

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA VIRTUAL EN MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Evaluación de las implementaciones del Fondo de Agua de Medellín como medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN SOMETIDO A CONSIDERACIÓN DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN Y LA ESCUELA DE POSGRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE:

MÁSTER EN MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

DIANA PATRICIA CRUZ OLIVEROS

TURRIALBA, COSTA RICA

2021

Este trabajo de final de graduación ha sido aceptado en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobado por el Comité Examinador de la estudiante, como requisito para optar por el grado de

MÁSTER EN MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

FIRMANTES:



Laura Benegas Negri, Ph.D.
Asesora del Trabajo de Graduación



Diego Navarrete Encinales, Ph.D.
Miembro Comité Asesor del Trabajo de Graduación



Roberto Quiroz Guerra, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado



Diana Patricia Cruz Oliveros
Candidata

Dedicatoria

A mi familia, especialmente a mi mamá que en el transcurso de este camino se mudó a mi corazón.

Agradecimientos

Al CATIE, docentes y compañeros que con sus enseñanzas enriquecieron mis conocimientos.

Al equipo técnico del Fondo de Agua, por permitirme trabajar con ellos y re-pensarnos su quehacer de forma constructiva.

A mis asesores y compañeros de trabajo quienes con sus indicaciones contribuyeron a guiar mis ideas.

Contenido

RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
1.3 IMPORTANCIA	5
1.4 OBJETIVOS	5
GENERAL	5
ESPECÍFICOS	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO REFERENCIAL	6
2.1 CONTEXTO INTERNACIONAL	6
2.2 DEFINICIONES GENERALES	7
2.2.1 CAMBIO CLIMÁTICO	7
2.2.2 GAS DE EFECTO INVERNADERO (GEI)	7
2.2.3 ADAPTACIÓN	7
2.2.4 MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	8
2.2.5 SINERGIAS ENTRE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN	8
2.2.6 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA CONSTRUIR SINERGIAS SAM	9
2.2.7 SOLUCIONES BASADAS EN NATURALEZA	10
2.3 CONTEXTO NACIONAL	10
3. EL FONDO DE AGUA DE MEDELLÍN, HISTORIA Y ÁREA DE INFLUENCIA.	13
3.2 ANTECEDENTES	13
3.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
3.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL FONDO	16
3.4 ACCIONES IMPLEMENTADAS POR CUENCAVERDE	17
4. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES QUE GENERAN SINERGIAS ENTRE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN (SAM)	21
5. FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS ACCIONES REALIZADAS POR CUENCAVERDE	4

6. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE NORMATIVAS, POLÍTICAS, PLANES, PROGRAMAS NACIONALES Y REGIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO. **13**

6.1 CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC)	13
6.2 ACUERDO DE PARÍS	14
6.3 CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL COLOMBIA	14
6.3.1 MITIGACIÓN:	14
6.3.2 ADAPTACIÓN	15
6.4 POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	15
6.5 SISTEMA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (SISCLIMA)	17
6.6 OTROS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE ORIGEN INTERNACIONAL CON INCIDENCIA LOCAL	17
6.6.1 CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA (CDB)	17
6.6.2 CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN.	17
6.6.3 CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE.	17
6.6.4 CONVENCIÓN RAMSAR	18
6.6.5 MARCO DE SENDAI	18

7 MAPA DE ACTORES **23**

8. METODOLOGÍA **26**

8.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	26
8.2 ACTORES CLAVE	26
8.3 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	26
8.3.1 ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	27
8.3.2 USO DE INFORMACIÓN ESPACIAL PARA LA IDENTIFICACIÓN ESPACIAL DEL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES IMPLEMENTADAS POR EL FONDO	28
8.3.2 MATRIZ DE SINERGIAS ENTRE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN (SAM).	28
8.3.3 IDENTIFICACIÓN DEL CONTEXTO	28
8.3.4 IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE INTERÉS	28
8.3.5 HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA	29
8.3.5.1 CONTACTO CON EL EQUIPO DE TRABAJO DEL FONDO	29
8.3.5.2 ELABORACIÓN DE LAS FICHAS DESCRIPTIVAS	29

9. RESULTADOS Y ANÁLISIS **29**

9.1 IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES QUE GENERAN SINERGIAS Y SU PRIORIZACIÓN POR FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	29
9.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL EFECTO DE LAS ACTIVIDADES SAM SEGÚN LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO Y OFERTA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	32
9.1.2 COBERTURAS TERRESTRES	35

9.1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS POR TIPO DE COBERTURA TERRESTRE	
38	
9.1.2.2 ANÁLISIS PARA LA IDENTIFICACIÓN ESPACIAL DEL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES IMPLEMENTADAS POR EL FONDO	40
9.3 VALORACIÓN BIOFÍSICA	42
9.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL FONDO DE AGUA	45
9.4.1 RIESGO	46
9.4.2 AMENAZA	47
9.4.4 SENSIBILIDAD	48
9.4.5 VULNERABILIDAD	49
9.5 ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES IMPLEMENTADAS POR EL FONDO DE AGUA.	52
9.5.1 POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	53
9.6 DISCUSIÓN	53
<u>10. SÍNTESIS DEL IMPACTO DE LAS ACCIONES QUE HA REALIZADO EL FONDO COMO MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.</u>	<u>55</u>
<u>12. CONCLUSIONES</u>	<u>58</u>
<u>13. RECOMENDACIONES</u>	<u>59</u>

Lista de tablas

Tabla 1	Objetivos específicos y preguntas de investigación.....	5
Tabla 2	Normatividad y lineamientos del orden nacional y regional relacionados con cambio climático para Colombia.....	12
Tabla 3	Municipios del área de influencia del Fondo de Agua y su respectiva autoridad ambiental.....	15
Tabla 4	Resumen de las características de los modelos hidrológicos utilizados para la creación del fondo de agua.....	18
Tabla 5	Consolidado de logros de la Corporación Cuencaverde período 2014-2019	19
Tabla 6	Principales diferencias entre adaptación y mitigación.....	21
Tabla 7	Priorización de las medidas de mitigación según AMVA 2019.....	1
Tabla 8	Manifestaciones climáticas identificadas para el Área metropolitana del Valle de Aburra según AMVA 2019.....	1
Tabla 9	Principales manifestaciones en la región según el AMVA debido al cambio climático..	2
Tabla 10	Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde restauración de ecosistemas naturales.....	6
Tabla 11	Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas sistemas silvopastoriles.....	8
Tabla 12	Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas sistemas agroforestales	10
Tabla 13	Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas renovación de praderas	11
Tabla 14	Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas huertas agroecológicas	12
Tabla 15	Instrumentos normativos del orden Nacional de Cambio Climático y principales aspectos a ser tenidos en cuenta por el Fondo.	19
Tabla 16	Instrumentos normativos del orden Regional de Cambio Climático y principales aspectos a ser tenidos en cuenta por el Fondo.	21
Tabla 17	Mapa de actores importantes relacionados con Cambio climático y seguridad hídrica para el Fondo de Agua.	23
Tabla 18	Instrumentos metodológicos	27
Tabla 19	Medidas y sus efectos en mitigación/adaptación para la identificación de SAM para el Fondo de Agua de Medellín.....	30
Tabla 20	Definición de los servicios ecosistémicos para la investigación.	33
Tabla 21	Posibles efectos de la implementación de medidas realizadas por el Fondo de Agua en los servicios ecosistémicos	34
Tabla 22	Porcentaje de coberturas terrestres para el área del Fondo de Agua con niveles de clasificación I,II y III metodología Corine Land Cover Colombia.	36
Tabla 23	Matriz de capacidades de diferentes coberturas de la tierra para proporcionar servicios ecosistémicos de provisión y regulación según el tipo de coberturas CLCC para Colombia para el Fondo de Agua de Medellín basado en Burkhard y colaboradores, 2009.	39
Tabla 24	Fuentes de información cartográfica consultada	40

Tabla 25 Clasificación por tipo de intervención en el área de influencia del Fondo de Agua en el período 2015- 2020.....	40
Tabla 26 Riesgos asociados al cambio climático para el Departamento de Antioquia por dimensión.....	51
Tabla 27 Valores asociados a cambio climático por municipio para el área de influencia del Fondo de Agua.....	51
Tabla 28 Consolidado de resultados del Fondo de Agua a 2019.	56

Lista de figuras

Figura 1 Mapa del área de influencia del Fondo de Agua de Medellín. Fuente: TNC 2020.....	16
Figura 2 Organización de las normativas relacionadas con Cambio Climático que brindan lineamientos a escala local.....	22
Figura 3 Servicios ecosistémicos determinados para el Fondo de Agua	32
Figura 4. Mapa de coberturas del Fondo de Agua de Medellín. Fuente: TNC, 2020.....	38
Figura 5 Mapa de actividades de conservación del Fondo de Agua. Fuente: TNC, 2020.	42
Figura 6. Mapa del cambio de la precipitación (%) para el área del Fondo. (Ensamble multiescenario 2011-2040 vs 1976 -2005). Fuente: IDEAM, 2015.....	44
Figura 7 Mapa de temperatura media anual para el área del Fondo. Fuente: IDEAM, 2015..	45
Figura 8 Distribución de las reservas de carbono (t/ha) almacenadas en biomasa área según bosques naturales para el área del Fondo, basado en IDEAM, 2011.	52

Lista de esquemas

Esquema. 1 Identificación del riesgo ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC	46
Esquema. 2 Identificación de la amenaza ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC	47
Esquema. 3 Identificación de la capacidad adaptativa ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC	48
Esquema. 4 Identificación de la sensibilidad ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC	49
Esquema. 5 Identificación de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC	50

Lista de acrónimos, abreviaturas y unidades

- AbC:** Adaptación Basada en Comunidades
- AbE:** Adaptación Basada en Ecosistemas
- AFOLU:** Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo
- AHP:** Analytic Hierarchy Process
- AMVA:** Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- CC:** Cambio climático
- CDB:** Convenio sobre la Diversidad Biológica
- CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
- CORINE:** Coordination of information on the Environmental
- CONPES:** Consejo Nacional de Política Económica y social
- CORANTIOQUIA:** Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
- CORNARE:** Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare
- DNP:** Departamento Nacional de Planeación
- EPM:** Empresas Públicas de Medellín
- FEBA:** Amigos de la Adaptación Basada en Ecosistemas
- GEI:** Gases de Efecto Invernadero
- GWP:** Global Water Partnership
- IDEAM:** Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales
- IPCC:** Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
- MADS:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- OMM:** Organización Meteorológica Mundial
- PAC&VC:** El Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá 2019-2030
- PICCA:** Plan Integral De Cambio Climático De Antioquia
- PNACC:** Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- PNCC:** Política Nacional de Cambio Climático
- PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- PND:** Plan Nacional de Desarrollo
- PRCC:** Plan Regional para el cambio Climático en la Jurisdicción de Corantioquia

SAM: Medidas de sinergia entre adaptación y mitigación

SE: Servicios ecosistémicos

SBN: Soluciones Basadas en Naturaleza

SISCLIMA: Sistema Nacional de Cambio Climático

TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations

TCNCC: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza

ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical

Resumen

El presente trabajo de investigación planteó determinar los aportes de las acciones realizadas por el Fondo de Agua de Medellín Corporación Cuencaverde, en el período 2013 hasta el año 2019 asociados a temas de adaptación y mitigación del cambio climático en su área de influencia. Dichos aportes se analizaron a la luz de la generación de posibles sinergias entre adaptación y mitigación desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos que prestan.

El análisis se abordó desde la revisión sistemática de la literatura disponible del orden nacional, regional y local que comprende desde la Política Nacional de Cambio Climático hasta los Planes de Gestión Regionales con el propósito de identificar como se armonizan las acciones locales con el esfuerzo y metas nacionales -regionales de cambio climático, además del establecimiento de los niveles de vulnerabilidad y riesgo para el área de influencia del Fondo de Agua.

Sumado al uso de herramientas de información geográfica, tipificación de acciones en torno a temas de adaptación y mitigación, conocimiento previo de las actividades que realiza el Fondo, contacto permanente con el personal técnico y acceso a los estudios que justifican la creación de este mecanismo financiero se identificó el impacto positivo de las acciones que han generado en la región.

Por medio de la caracterización de las acciones del Fondo se establecieron las amenazas e impactos del cambio climático que atienden sumado a los servicios ecosistémicos que contribuyen a mantener y mejorar, identificando que las acciones de restauración ecológica constituyen las más comunes ejecutadas por el Fondo y que pueden contribuir a la reducción estimada de 0,122861 Mton CO₂e.

Las acciones que implementa en campo el Fondo de Agua, como sistemas silvopastoriles, renovación de praderas y sistemas agroforestales, contribuyen a las sinergias entre adaptación y mitigación al cambio climático indicadas en el Acuerdo de París como estrategias que buscan reforzar la habilidad para hacer frente a los impactos adversos del cambio en el clima.

Por último, se presentan los resultados del Fondo asociados a las metas que se ha planteado desde su creación, donde destacan las 10.225 ha en conservación, áreas que de acuerdo con los análisis de vulnerabilidad y riesgo se han desarrollado en lugares estratégicos por los servicios ecosistémicos que prestan.

Palabras clave: Cambio climático, sinergias, adaptación, mitigación y servicios ecosistémicos.

Abstract

This research determined the contributions and actions done by the Medellín Water Fund - CuencaVerde Corporation, in the time frame 2013-2019; the actions were associated with Climate Change adaptation and mitigation issues in its area of influence.

The analysis included since the systematic review of the national, regional, and local literature that comprises from the Climate Change National Policies, up to the Regional Management Plans and its purpose was to identify how local actions are harmonized with the regional-national Climate Change efforts and goals; in addition, the levels of vulnerability and risk in the area of influence of the Water Fund were established.

The positive impact of the actions produced by this Water Fund in the region, were identified by the use of Geographic Information Systems, the Typification of actions around adaptation and mitigation issues, the prior knowledge of the activities carried out by The Water Fund, the permanent contact with the Fund's Technicians and the access to the studies that justified the creation of the Fund's financial mechanism.

Through the characterization of the actions of the Fund, the threats and impacts of climate change they serve, as well as the maintenance and improvement of ecosystem services were established, identifying that the ecological restoration actions are the most common actions carried out by the Fund and that can contribute to the estimated reduction of 0.122861 Mton CO₂e.

The actions implemented in the field by the Water Fund, such as silvopastoral systems, pasture renovation and agroforestry systems, contribute to the synergies between adaptation and mitigation to climate change indicated in the Paris Agreement as strategies that seek to reinforce the ability to face the adverse impacts of climate change.

Finally, the results of the Fund associated with the goals that have been set since its creation are presented, highlighting the 10,225 ha in conservation, areas that according to vulnerability and risk analyzes, have been developed in strategic places due to ecosystem services they provide.

Key words: Climate change, Synergies, Adaptation, Mitigation, Ecosystem Services.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Durante las décadas de 1970 y 1980 descubrimientos científicos evidencian un vínculo entre los denominados gases de efecto invernadero (GEI) y las actividades humanas, lo que propició que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en trabajo conjunto con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), crearan en 1988 el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el cual es el principal organismo internacional para la evaluación del cambio climático. Este es un órgano de carácter científico y tiene como función la evaluación de la bibliografía científica, técnica y socioeconómica producida en el mundo relacionada con cambio climático.

Dicha organización expide en 1990 el primer informe de evaluación del clima, que incluye contribuciones de científicos de diferentes partes del mundo que realizan predicciones sobre los cambios en el clima. El segundo (1995) y el tercer informe (2001) tratan las temáticas sobre las causas del cambio climático y pronostican sus efectos a mediano y largo plazo (Etapà, 2003). El cuarto informe (2007) ofrece una panorámica integrada del cambio climático, el quinto (2013-2014) hace énfasis en los aspectos socio económicos del cambio climático y sus consecuencias para el desarrollo sostenible y por último el sexto informe se encuentra en preparación y se espera sea publicado en el año 2022.

De acuerdo con el cuarto informe de evaluación generado por el IPCC en el 2014, *se ha incrementado la evidencia de la influencia humana en el sistema climático*, donde entre 1951 a 2010 fue bastante probable que el aumento en la temperatura media de la tierra haya sido ocasionado por el desarrollo de las actividades humanas en relación con las emisiones de GEI. Desde la era industrial la temperatura promedio de la tierra ha aumentado en 1°C y es probable que este aumento haya afectado el ciclo global del agua desde 1960, contribuyendo al retroceso de los glaciares desde la misma década y aumentando el deshielo del manto de hielo de Groenlandia desde 1993 (IPCC, 2014).

Por medio de un informe especial, el IPCC en el año 2018 expone que de continuar con el ritmo actual de emisiones GEI sería probable que el calentamiento global alcance los 1.5 °C o hasta 2 °C en el período 2030-2052 situación que perduraría durante siglos y milenios afectando el sistema climático global (IPCC,2018)

Los cambios en el sistema climático se encuentran asociados con la exposición a riesgos que se prevé afectarán los sistemas naturales y humanos si se incrementa la temperatura en 1.5 °C; riesgos que dependerán de la magnitud y tasa de calentamiento, la ubicación geográfica, los niveles de desarrollo y vulnerabilidad, así como el uso de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. Sí se llegasen a los 2°C el escenario empeoraría, pues se incrementarían también los riesgos relacionados con el clima para la salud, los medios de vida, la seguridad alimentaria, el suministro de agua, la seguridad humana y el crecimiento económico (IPCC, 2018).

Las poblaciones más expuestas a los cambios climáticos incluyen las más vulnerables, algunos pueblos indígenas y comunidades locales que dependen de medios de vida agrícola o costeros, por lo que será necesario entonces limitar el calentamiento global a 1.5 °C con el propósito de disminuir el número de personas expuestas a los riesgos climáticos y susceptibles a la pobreza(IPCC, 2018).

El suelo también es un recurso en estado crítico debido al cambio climático dadas las presiones generadas por el desarrollo de actividades humanas. El 23% de las emisiones de GEI humanas provienen del sector agricultura, silvicultura y otros tipos de uso del suelo (AFOLU por sus siglas en inglés), exacerbado por procesos de degradación y desertificación que reducen su productividad restringiendo consigo la capacidad para absorber carbono exacerbando las consecuencias del cambio climático. Sin embargo, este recurso también constituye una oportunidad para hacer frente a la variabilidad climática, dado que la tierra que está en uso puede brindar alimentos, proporcionar biomasa para energía renovable y gestionarse para acciones de conservación y restauración de ecosistemas y biodiversidad (IPCC, 2019).

Con respecto a la región de América Central y Suramérica, el IPCC menciona los principales riesgos asociados al cambio climático:

- Disminución en la disponibilidad de agua en regiones semiáridas y aquellas que dependen del aporte de glaciares; inundaciones y deslizamientos en áreas urbanas y rurales por el aumento de la precipitación. Ante este riesgo se proponen estrategias adaptativas como, por ejemplo, el manejo integral de los recursos hídricos, el manejo de las inundaciones urbanas y rurales, el establecimiento de sistemas de alertas tempranas y mejores pronósticos climáticos, de escorrentía y de control de enfermedades y acciones concretas de urbanismo sostenible.
- Disminución en la producción y calidad de alimentos; ante este riesgo se proponen estrategias de adaptación como cultivos adaptados según el clima, fortalecimiento de capacidades, disminución de los impactos en la salud humana y animal por la calidad de los alimentos y disminución de los impactos económicos por cambio de uso del suelo.
- Propagación de enfermedades transmitidas por vectores en altitudes y latitudes; para este punto las estrategias de adaptación están encaminadas al desarrollo de sistemas de alertas tempranas para el control de enfermedades (*IPCC 2014^a*, citado por MADS 2017).

Por otro lado, la actual pandemia provocada por el virus denominado COVID-19 y la crisis climática se encuentran conectados toda vez que los graves efectos económicos provocados por las necesarias cuarentenas que obligan a miles de personas a no percibir ingresos por sus actividades económicas, podrían enfrentar a los gobiernos a destinar recursos asignados para atender el cambio climático hacia las consecuencias de la pandemia (Climate Analytics, 2020).

Ante este panorama mundial y regional, Colombia no es ajena a las implicaciones de los cambios en el sistema climático. De acuerdo con el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), *el 100% de los municipios en el país presentan algún grado de riesgo frente al cambio climático, situación que sumada a las características geográficas y socioeconómicas del país agravan la vulnerabilidad ante sus efectos. El suministro de agua y los servicios ecosistémicos se encuentran entre los aspectos que configuran el riesgo por cambio climático en el país* (IDEAM, 2017).

A nivel nacional, el país se suma a los esfuerzos mundiales para hacer frente al cambio climático ratificando su compromiso por desarrollar medidas necesarias en términos de adaptación y mitigación al cambio climático. En el año 2018, Colombia ratifica el Acuerdo de París, el cual establece lineamientos para que las partes puedan adoptar medidas de conservación y aumento de los sumideros de GEI, desarrollo de enfoques políticos que orienten incentivos positivos para reducir las emisiones producidas por la deforestación y degradación de los bosques, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo.

Otro aspecto importante de dicho acuerdo se encuentra relacionado con el establecimiento de las Contribuciones Determinadas Nacionales (NDC por sus siglas en inglés), que contemplan los aspectos de mitigación con miras a reducir las emisiones, adaptación que permita disminuir la vulnerabilidad al cambio climático y los medios de implementación que permitan realizar acciones en ambos frentes. El compromiso inicial del país fue trabajar en la reducción del 20% de los GEI en 2030, pero recientemente el gobierno de Colombia anunció el incremento en la ambición de reducción de emisiones hasta lograr la meta de reducir 51% de sus emisiones para el mismo año.

Es un hecho que los aspectos climáticos deberán ser abordados desde varios aspectos y a diferentes niveles con el propósito de sumar a las metas nacionales que contribuyan al esfuerzo mundial para hacer frente al cambio climático, de allí la importancia de la movilización de acciones, instrumentos, medidas y finanzas desde lo local con proyección regional y nacional.

Como parte de los promotores de las diferentes acciones necesarias ante el cambio climático, se encuentran los fondos de agua, cuyos objetivos se enfocan en diseñar e impulsar mecanismos financieros y de gobernanza del agua a través de la articulación de actores públicos, privados y de la sociedad civil con el fin de contribuir a garantizar la seguridad hídrica y el manejo sostenible de cuencas abastecedoras de agua.

Los fondos de agua ayudan a fortalecer la gestión integrada de cuencas hidrográficas, mediante la financiación de acciones de conservación a largo plazo, tales como restauración y reforestación, mejores prácticas agrícolas y ganaderas, protección de nacimientos de agua, educación ambiental, seguimiento y monitoreo, desarrollo de estudios de relevancia para la seguridad hídrica, entre otras acciones. Adicionalmente, proporcionan herramientas útiles para planificar e identificar soluciones ante el cambio climático, relacionadas con planificación y gestión de diferentes actores para el uso del agua, restauración de ecosistemas para asegurar la oferta hídrica, gestión para el establecimiento de áreas protegidas, desarrollo de estrategias de Adaptación basada en Ecosistemas, desarrollo de análisis basados en ciencia para identificar riesgos asociados a la provisión de agua y desarrollo de sistemas de monitoreo y evaluación de acciones (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, 2019).

En Colombia existen siete fondos de agua en diferentes regiones estratégicas, que implementan acciones de conservación y restauración acordes a objetivos específicos de trabajo. Entre ellos se encuentra el Fondo de Agua de Medellín -Corporación Cuencaverde-, creado en el año 2013, el cual tiene como propósito la promoción de la gobernanza del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático en su área de influencia que incluye las cuencas que abastecen de agua a la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá.

El objetivo de la presente investigación es determinar los aportes de las acciones implementadas por un fondo de Agua: La Corporación Cuencaverde relacionados con adaptación y mitigación del cambio climático de acuerdo con su área de influencia. Para lograr este objetivo en primer lugar se realiza una revisión sistemática de la literatura relacionada principalmente con las políticas, planes e instrumentos normativos relativos que brindan lineamientos en el territorio para afrontar los cambios en el clima.

En segundo lugar, se analizan los servicios ecosistémicos de regulación y provisión que han sido identificados por el fondo de agua desde su creación, realizando una aproximación a los efectos de las diferentes implementaciones del fondo de agua en relación a las posibles sinergias entre adaptación y mitigación, para ello se caracterizaron las acciones identificando además que amenaza e impactos climáticos puede atender.

Por último, por medio de herramientas cartográficas se realiza un análisis para la identificación espacial de las actividades implementadas en el territorio por parte del fondo, esto incluye una valoración biofísica además de la identificación de las áreas de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático para el fondo, basadas en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC).

A medida que se desarrollan los análisis, se evidencia la falta de reglamentación que deriva en planes para el territorio relacionados con temas climáticos en el que opera el fondo y que han sido guiados por lineamientos climáticos, sin embargo, se logra identificar la ausencia de sinergias entre planes y el vacío en análisis espaciales relacionados con servicios ecosistémicos, por lo que la comprensión del impacto de las acciones que ha realizado el fondo proporciona el medio para demostrar que los planes pueden converger en un impacto integral que aporte a la atención de vulnerabilidad, riesgo, capacidad adaptativa, sensibilidad además de la adaptación al cambio climático.

Los resultados que se muestran en el capítulo 9, exploran las medidas SAM (Sinergias entre Adaptación y mitigación), su priorización y efectos climáticos que pueden atender de acuerdo con la oferta de servicios ecosistémicos que existe en el territorio de acuerdo con la cobertura terrestre.

En el capítulo 10 se realiza una síntesis del impacto de las acciones que ha realizado el fondo en el marco de la adaptación y mitigación al cambio climático, esto incluye la presentación de las metas que se ha planteado Cuencaverde además de su ubicación según el análisis nacional de vulnerabilidad y riesgo.

Finalmente, la presente investigación se fundamenta en el análisis de las acciones del fondo en territorio desde sus inicios en el año 2013, conocidos por parte de la autora en el desarrollo de su trabajo e incluye la revisión de información bibliográfica y la conversación con el personal técnico del fondo que orientó el desarrollo del presente trabajo.

1.2 Justificación

De acuerdo con la Política Nacional de Cambio Climático, es urgente la inclusión de la gestión frente al cambio climático en la agenda ambiental nacional, toda vez que sus impactos trascienden los temas productivos, infraestructura de servicios básicos, oferta de medios de vida, gestión ante riesgos y desastres, además de constituirse como un gran reto para el desarrollo territorial del país.

Todos los esfuerzos encaminados a mejorar la resiliencia al cambio climático en el marco de un desarrollo con perspectiva hacia bajas emisiones de GEI desde el nivel local, debería estar articulado con los tratados nacionales firmados por el país, así como con la política pública de tal manera que cada actividad implementada cumpla con los lineamientos y Contribuciones Nacionales Determinadas establecidas.

Dadas las directrices mundiales aceptadas por Colombia, el riesgo y las consecuencias a los que nos enfrentamos debido al cambio climático es oportuno identificar, analizar y evaluar las acciones que ha realizado la Corporación Cuencaverde, con el propósito de construir una hoja de ruta que apunte hacia los objetivos regionales y nacionales en temas climáticos.

La Corporación Cuencaverde Fondo de Agua de Medellín y el Valle de Aburrá es una organización sin ánimo de lucro creada en el año 2013, cuyo objetivo de trabajo está enfocado

hacia el mejoramiento y protección de las cuencas abastecedoras de la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Sus principales actividades se encuentran enfocadas hacia el mantenimiento de los servicios ecosistémicos relacionados principalmente con el abastecimiento de agua, el control de la erosión, la deforestación evitada, restauración, gestión de la biodiversidad y prácticas de producción y ganadería sostenibles.

Varias de las actividades del fondo podrían contribuir a estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, por lo que al analizar estas acciones sería posible identificar la concordancia con las NDC, además de encontrar oportunidades para financiación en temas climáticos, mejorar la eficiencia de costos de inversión al integrar mitigación y adaptación y abordar el desarrollo sostenible bajo un enfoque local integral.

1.3 Importancia

El análisis está basado en las acciones que ha venido implementando el Fondo de Agua de Medellín desde su creación en el año 2013 y permitirá determinar cuál es su estado en términos de adaptación y mitigación al cambio climático en sintonía con sus objetivos de trabajo, identificando oportunidades de mejora y sinergias con los lineamientos nacionales.

Por otro lado, el tener claridad sobre la correspondencia del accionar del fondo en temas de cambio climático, permitirá orientar las decisiones que se tomen en términos de inversión de recursos económicos en las áreas estratégicas de acuerdo con el área de influencia, hacer las revisiones pertinentes y ajustes según las dinámicas territoriales, así como la posibilidad de atender las oportunidades de financiación en temas de cambio climático del orden nacional e internacional.

También, teniendo en cuenta que existen más fondos de agua, el estudio genera recomendaciones que pueden ser replicadas por los demás fondos de Colombia para la evaluación de sus contribuciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

1.4 Objetivos

General

Determinar los aportes de las acciones implementadas por la Corporación Cuencaverde (Fondo de Agua de Medellín) en términos de adaptación y mitigación del cambio climático de los habitantes de las cuencas hidrográficas en el área de influencia del Fondo de Agua de Medellín y el Valle de Aburrá.

Específicos

Tabla 1 Objetivos específicos y preguntas de investigación.

Preguntas	Objetivos
<p>¿EL Fondo de Agua tiene en cuenta los lineamientos nacionales /internacionales ratificados por Colombia para desarrollar acciones relativas al cambio climático?</p> <p>¿Cómo se alinean las implementaciones del Fondo de Agua con las estrategias nacionales de adaptación y mitigación al cambio climático?</p>	<p>Analizar el impacto de las actividades que ha desarrollado el Fondo de Agua en las comunidades humanas locales y su contribución a la implementación de los planes regionales y nacionales de cambio climático desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos que prestan.</p>

<p>¿Las comunidades locales conocen los conceptos de cambio climático y como se relacionan las acciones del fondo con ellos?</p>	
<p>¿Cuáles son las sinergias entre las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático para el Fondo de Agua?</p> <p>¿Cómo pueden enfocarse las acciones implementadas por el fondo hacia sinergias entre adaptación y mitigación al cambio climático?</p>	<p>Identificar las sinergias entre las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático producto de las actividades desarrolladas por el fondo y cuál ha sido su desempeño</p>
<p>¿Cuál es el potencial de mitigación de GEI correspondientes a las acciones del fondo de acuerdo con las NDC ?</p> <p>¿Qué acciones desarrolla el fondo para mantener la captura de GEI a largo plazo?</p>	<p>Estimar el potencial de mitigación de GEI de las actividades implementadas por el Fondo de Agua en línea con las NDC.</p>

2. Revisión de literatura o marco referencial

2.1 Contexto internacional

Según el informe de síntesis de cambio climático expedido por el IPCC en el año 2014, en los últimos decenios, los cambios en el clima han causado impacto en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos, de los cuales los sistemas hidrológicos son los más cambiantes en sus patrones de precipitación, derretimiento de nieve y hielo, cantidad y calidad de agua. Por otro lado, dichos cambios afectarán de manera negativa el rendimiento de los cultivos como el arroz, el trigo, el maíz, y las afectaciones a la salud humana será mayor en los países con bajos ingresos. Las proyecciones indican, en resumen, que el cambio climático provocará un incremento en los riesgos para las personas, las economías y los ecosistemas.

El año 2015 fue catalogado como el año más caluroso registrado en el mundo y en este siglo se han presentado 15 de los 16 años más calurosos que muestran los registros históricos desde 1880. Como se ha mencionado, el IPCC ha reportado que la temperatura promedio del planeta ha aumentado 1°C, situación ocasionada principalmente por las emisiones GEI producto del desarrollo de diferentes actividades humanas, aunque es necesario aclarar que también hay actividades naturales que generan emisiones.

Es un hecho que los efectos del cambio climático impactan a la población mundial, así como también es un hecho que no es posible predecir con absoluta certeza la índole y magnitud de los impactos; no obstante, se deben comenzar a trazar estrategias de corto y largo plazo que admitan acciones relacionadas con la adaptación de las comunidades al cambio climático y que permitan reducir la vulnerabilidad de las mismas, con el objetivo de mitigar los daños potenciales y beneficiarse de impactos positivos para así dirigir a la población hacia un desarrollo sostenible (GWP, 2010).

De continuar la tendencia en el aumento de la temperatura promedio se agravarán también los impactos climáticos de manera severa e irreversible ocasionando pérdidas de ecosistemas, inundaciones e inseguridad alimentaria entre otros (MADS, 2017).

Entre los esfuerzos mundiales por atender esta situación, se encuentra el Acuerdo de París celebrado en el 2015 en el marco de la CMNUCC, donde los países firmantes determinaron de manera autónoma cuales serían sus contribuciones al esfuerzo global de reducción de emisiones de acuerdo con las responsabilidades comunes pero diferenciadas y capacidades respectivas. Cada país definió cuales serían las acciones que realizaría, que cantidad de GEI reducirá y que acciones implementaría para lograr sus metas establecidas con el objetivo de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2 °C.

2.2 Definiciones generales

Dadas las investigaciones en el campo relativo a cambio climático, se tienen diversas definiciones, sin embargo, para el caso particular, se tomarán como base las definiciones establecidas por el IPCC en su quinto informe de evaluación, algunas adaptadas para el caso de Colombia y otras determinadas por los Amigos de la Adaptación Basada en Ecosistemas (FEBA, por sus siglas en inglés).

2.2.1 Cambio climático

Variación del estado del clima identificable (p.ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales (PNUMA, 2013).

2.2.2 Gas de efecto invernadero (GEI)

Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropógeno, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, N₂O y CH₄, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PNUMA, 2013).

2.2.3 Adaptación

Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos (PNUMA, 2013).

Cobra especial importancia el tema de adaptación pues en búsqueda de soluciones ante el cambio climático serán necesarias soluciones basadas en la naturaleza, para el año 2008 se acuña el término Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) por la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza (UICN, por sus siglas en inglés) y luego en 2009 el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés) ofrece una de las definiciones más aceptadas sobre AbE;

“La adaptación basada en los ecosistemas es el uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los impactos adversos del cambio climático” (*CDB 2009*, citado por FEBA 2017).

Dicha definición se enfoca en los beneficios que el ser humano percibe de los ecosistemas y de los servicios que estos prestan y en la manera en que los beneficios pueden ser útiles para hacer frente al cambio climático. En términos de AbE existen variadas prácticas asociadas por ejemplo a la gestión sostenible de los recursos naturales, gestión de recursos sostenible basada en comunidades y adaptación basada en comunidades, según los FEBA dichas prácticas pueden incluir enfoques de paisaje y gestión integrada de cuencas hidrográficas con miras a garantizar las funciones de los servicios ecosistémicos.

2.2.4 Mitigación del cambio climático

Es definida como la intervención humana destinada a reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2018 Anexo I).

Por su parte, la Política Nacional de Cambio Climático de Colombia define para el país la mitigación como la gestión que busca reducir los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a través de la limitación o disminución de las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento o mejora de los sumideros y reservas de los gases de efecto invernadero. La mitigación del cambio climático incluye las políticas, programas, proyectos, incentivos o desincentivos y actividades relacionadas con la estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono y la estrategia nacional de REDD+ (MADS, 2017).

2.2.5 Sinergias entre mitigación y adaptación

Como se muestra en las definiciones anteriores, a través de los lineamientos internacionales se busca proponer maneras de afrontar el cambio climático por medio de estrategias de mitigación y adaptación, sin embargo, existe una separación entre estos dos mecanismos *que puede deberse al trato individual que la mitigación y adaptación reciben en el contexto político* (Vallejo, C et al., 2016). En el Acuerdo de París, toma relevancia el tema de las sinergias pues uno de sus enfoques se centra en las oportunidades que pueden existir para lograr impactos de doble vía tanto en mitigación como adaptación.

En algunos análisis se ha propuesto que las medidas de adaptación pueden ser efectivas si la mitigación no aumenta o libera GEI o apuntan a reducir los GEI o incrementar su captura, de allí que se consideren necesarias las interacciones entre mitigación y adaptación para optimizar los procesos y lograr una relación “ganar-ganar” (Agencia de Ambiente y manejo de Energía, 2017).

Las sinergias entonces entre mitigación y adaptación (SAM) son definidas como “las interrelaciones entre adaptación y mitigación del cambio climático, reflejadas en decisiones y acciones planificadas y sujetas a monitoreo y evaluación” (Vallejo, C et al., 2016)

2.2.6 Servicios Ecosistémicos para construir sinergias SAM

Según la evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés 2003), un *servicio ecosistémico es definido como los beneficios que obtienen los seres humanos de la naturaleza*. Esta definición ha sido promovida por la Organización de las Naciones Unidas y es una de las más utilizadas, sin embargo, otros autores han contribuido a complementarla, por ejemplo (Costanza R et al., 1997) (presenta una definición que incluye servicios; *Los bienes (como alimentos) y servicios (como asimilación de residuos) de los ecosistemas, que representan los beneficios que la población humana obtiene, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas*).

En la literatura se encuentran diversas definiciones que han construido diferentes autores y que presentan una clasificación por grupo de los servicios ecosistémicos. En el marco referencial que ha propuesto la MEA se identifican cuatro grupos (ONU, 2001):

- Servicios de aprovisionamiento: productos que se obtienen de los ecosistemas. Por ejemplo: alimentos, agua potable, leña, fibras, bioquímicos, recursos genéticos.
- Servicios de regulación: beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas. Incluyen: regulación del clima, regulación de las enfermedades, regulación del agua, purificación del agua.
- Servicios culturales: beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas. Entre ellos: de recreación y turismo, de inspiración, espirituales y religiosos, estéticos, herencia cultural, y sentido de identidad y pertinencia.
- Servicios de soporte: aquellos necesarios para la producción de los demás servicios ecosistémicos. Por ejemplo, formación de suelo, ciclos de los nutrientes, producción de materias primas.

Existen modificaciones realizadas a esta clasificación relacionadas con los servicios de soporte, la discusión gira en torno sobre si estos debiesen ser considerados como soporte o si constituyen la base para que ocurran los SE. Para el caso de Colombia, en el documento valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: aspectos conceptuales y metodológicos se propone tres tipos de SE: provisión, regulación y culturales, considerando que los denominados servicios de soporte son los procesos asociados al funcionamiento y la integridad de los ecosistemas finalmente son la base para que existan los servicios, (Rincón-Ruiz, A et al., 2014), en ese sentido para el análisis que presenta esta investigación se tomarán los tres servicios mencionados.

Dicha clasificación se adoptó teniendo en cuenta los aportes de distintos autores que advierten inconvenientes de doble contabilidad y que cuestionan si los procesos y funciones ecológicas se deben considerar como servicios (Groot, R; Aronson, 2010).

La oferta de servicios ecosistémicos corresponde a la capacidad que presenta un área en particular para proporcionar un conjunto específico de bienes y servicios dentro de un periodo de tiempo dado. La provisión de SE depende de la condición biofísica del ecosistema (integridad ecológica) y los cambios en el espacio y tiempo debido a cambios en uso del suelo por actividades humanas (Burkhard et al., 2014).

Con respecto a la demanda de servicios de los ecosistemas (Burkhard et al., 2014), los define como los bienes y servicios de los ecosistemas que se consumen o utilizan actualmente en un área en particular durante un período de tiempo determinado, sin considerad dónde se proporcionan realmente los servicios de los ecosistemas.

Con el interés de identificar el impacto de las acciones del Fondo de Agua, las SAM identificadas deberán mejorar la provisión del SE en sitios donde los usuarios se benefician de esas mejoras. Siguiendo lo propuesto por (Locatelli, B et al., 2013), las prioridades para conservar o restaurar SE pueden mapearse según criterios de provisión, su flujo en el paisaje, y su demanda; se asume que pueden priorizarse sitios donde se maximice las SAM utilizando los mismos criterios (Medellín et al, 2018).

2.2.7 Soluciones basadas en Naturaleza

El concepto de Soluciones Basadas en Naturaleza (SbN) es relativamente joven y fue desarrollado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN por sus siglas en inglés), a través de un proceso consultivo alrededor del año 2002 (IUCN et al., 2016) Desde que se acuñó el término por primera vez, ha sido continuamente desarrollado y aplicado por diferentes organizaciones en el mundo como la Comisión Europea y el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO.

El reconocimiento del importante papel que tienen los ecosistemas en el desarrollo de la vida y las comunidades humanas ha hecho parte de las culturas indígenas y pueblos ancestrales, sin embargo, fue hasta la década de 1990 donde se identificó la necesidad de un enfoque más holístico y sistémico que permitiese analizar las relaciones entre la naturaleza y el hombre.

Emerge entonces el concepto de SbN con una perspectiva enfocada hacia la integración de un rol activo de las personas, más allá de ser sujetos pasivos que perciben los beneficios que otorga la naturaleza y los ecosistemas, hacia la gestión, conservación y protección de los ecosistemas naturales con la intención de abordar también los desafíos sociales (UICN, 2016).

Hay diversas definiciones de las SbN que implican diferentes enfoques de acuerdo con la escala de aplicación y otras variables. Sin embargo, generalmente se toma como referencia el concepto dado por la UICN (2016): *"acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad"*.

De acuerdo con la UICN (2016), las SbN son un concepto "sombrija" que acoge las acciones relacionadas con restauración, protección y manejo sostenible los ecosistemas naturales o modificados, hacen uso de los ecosistemas y los servicios que estos proporcionan para afrontar los grandes retos de la sociedad, tales como el cambio climático, la seguridad hídrica, pérdida de la biodiversidad, seguridad alimentaria, desastres naturales, entre otros. Permiten la combinación y complemento con otro tipo de soluciones basadas en infraestructura, políticas, educación, tecnología, etc, con el propósito de lograr soluciones integrales; por ejemplo, para abordar de mejor manera los desafíos relacionados con seguridad alimentaria incluyendo SbN se tiene la inclusión de sistemas agroforestales y restauración de humedales que sumados con el desarrollo de políticas locales permitirán mejorar el acceso a alimentos.

2.3 Contexto Nacional

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014 - 2018 menciona que a pesar de los avances en el crecimiento económico del país existe una fuerte tensión entre el crecimiento económico, la degradación ambiental y el cambio climático (PND, 2014, citado por MADS 2017).

Para el siguiente PND 2018 – 2022, se evidencian las cifras de deterioro de los recursos naturales en el país; 88% de los desastres en el país están relacionados con inundaciones, deslizamientos, sequías y avalanchas de lodo, la extracción ilícita de oro pudo haber afectado 1.150 ríos y quebradas en el país, además de la pérdida de un área de bosque equivalente a 926 mil canchas de fútbol. En julio de 2020 el IDEAM reportó que para el 2019 se deforestaron 158.894 ha.

Ante este panorama, el PND establece dentro de sus objetivos la generación de conocimientos en las comunidades sobre los riesgos de desastres y cambio climático con el propósito de propiciar una mejor toma de decisiones en el territorio. Sumado a que serán necesarias las acciones de adaptación al cambio climático en todos los departamentos en el país (DNP, 2018).

Por otro lado, los Fenómenos climáticos del Niño y la Niña ha generado grandes impactos. El Fenómeno del Niño que se encuentra asociado a las sequías en diferentes niveles, tuvo efectos sobre la inflación ocasionando incrementos en el precio de los alimentos dada la baja producción asociada a la falta de lluvias (Avella 2001, citado por PNACC 2016). Con respecto al Fenómeno de la niña, para el período 2010- 2011 con el incremento de lluvias, las cuencas del Magdalena, Cauca y Caribe registraron incrementos en la precipitación y la ola invernal produjo inundaciones con magnitudes sin precedentes en el país (CEPAL, 2012, citado por PNACC 2016). Más de 3 millones de personas en el país fueron afectadas por fenómenos climáticos, registrándose pérdidas estimadas en COP \$11,2 billones (CEPAL, 2012)

Ante monumentales impactos, Colombia ha desarrollado normativas que permiten abordar los efectos del cambio climático, entre ellas se tiene la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1992 ratificada mediante la Ley 164 de 1994, la Ley 629 del 2000 que ratifica el Protocolo de Kyoto el cual establece metas de reducción GEI.

Para el año 2001, el país presenta la primera comunicación nacional sobre cambio climático ante la CMNUCC, elaborada por el IDEAM, donde, en su momento las emisiones de dióxido de carbono en el país eran aproximadamente el 0,2% de las emisiones mundiales. Sin embargo, se preveían aspectos de alta vulnerabilidad del orden de 50% del país frente a cambios en el régimen hídrico donde el 95% de los nevados y el 75% de los ecosistemas de páramo desaparecerían (IDEAM, 2001).

Para el año 2002, el DNP y el entonces Ministerio de Ambiente elaboraron el documento denominado Lineamientos de política de cambio climático con el propósito de identificar las estrategias que permitiesen al país cumplir con los compromisos adquiridos en materia de cambio climático. Para el mismo año, se crea la oficina colombiana para la mitigación del cambio climático.

En 2017 se publica la Política Nacional de Cambio Climático, cuyo *objetivo es incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera* (MADS, 2017).

En resumen, a la fecha el país ha elaborado tres comunicaciones nacionales de cambio climático (Tabla 2), cuyo objetivo principal es proveer el conocimiento técnico que apoye la toma de decisiones de los interesados a nivel país sobre los posibles efectos del cambio climático a manera de contribución para el logro de un desarrollo sostenible, además de diversos instrumentos políticos que ratifican los tratados y acuerdos internacionales relacionados con cambio climático.

Tabla 2 Normatividad y lineamientos del orden nacional y regional relacionados con cambio climático para Colombia.

Tipo de lineamiento	Entidad generadora	Alcance	Propósito	Año
Primera comunicación Nacional de Cambio Climático ante la CMNUCC.	IDEAM	Nacional	Identificar los principales cambios en el país ante el CC., principales ecosistemas afectados y primeras medidas de adaptación.	2001
Segunda comunicación Nacional de Cambio Climático.	IDEAM	Nacional	Se ratifica la alta vulnerabilidad del país ante el cambio y la vulnerabilidad climáticos.	2010
Estrategia de Reducción de Emisiones GEI por Deforestación y Degradación de Bosques REDD+	MADS	Nacional	Estrategia nacional que hace parte de las acciones sobre CC previstas en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.	2010
CONPES 3700.	CONPES	Nacional	Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de CC en el país.	2011
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.	DNP	Nacional	Define las líneas de acción prioritarias para la adaptación al CC, encaminadas a moderar los daños esperados y aprovechar oportunidades.	2012
Estrategia colombiana de desarrollo Bajo en Carbono.	MADS		Da lineamientos para desligar el crecimiento económico nacional del crecimiento de las emisiones GEI.	2012
Decreto 298 de 2016.	MADS	Nacional	Establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de CC (SISCLIMA)	2016
Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático.	MADS	Nacional	Incorporar la gestión del CC en las decisiones públicas y privadas para avanzar en un desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono, reduciendo sus riesgos y aprovechando las oportunidades que este genera.	2017
Tercera comunicación Nacional de Cambio Climático.	IDEAM	Nacional	Brinda información por departamento con respecto a los GEI, así como los cambios esperados en el clima y la vulnerabilidad de los mismos.	2017

Tipo de lineamiento	Entidad generadora	Alcance	Propósito	Año
Ley 1931 de 2018.	Congreso de Colombia	Nacional	Establecer las directrices para la gestión del CC en las decisiones a nivel nacional relacionadas con adaptación y mitigación.	2018
Plan Regional para el Cambio Climático.	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (CORANTIOQUIA).	Regional	Herramienta de planificación de las acciones regionales para alcanzar las metas de adaptación y mitigación en cumplimiento de los objetivos nacionales y locales.	2018
Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	Regional	Traza la hoja de ruta para la mitigación de GEI e incrementar la resiliencia en las comunidades vulnerables.	2019

Por otro lado, el país se encuentra trabajando en la Agenda 2030 relativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo propósito es alcanzar los niveles mínimos de bienestar de las personas, la prosperidad y la conservación del ambiente. Entre los principales retos para el país se tiene avanzar en la consolidación y cumplimiento de las metas en materia de pobreza, educación y protección del ambiente. Para ello, ha desarrollado el documento CONPES 3918 (Consejo Nacional de Política Económica y Social), con el fin de establecer la estrategia para la implementación de los ODS en Colombia, así como la instalación de una comisión conformada por los ministros y directores de diferentes Ministerios como el de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Hacienda y Crédito público, el DNP y Prosperidad Social entre otros, cuya misión es hacer seguimiento y facilitar el proceso de articulación para la implementación de la Agenda 2030.

Finalmente, el país está haciendo esfuerzos relevantes para afrontar el cambio climático, donde se traza la hoja de ruta por medio del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático a manera de preparación y orientación de los programas y proyectos prioritarios, así como el fortalecimiento de las acciones ya iniciadas de tal manera que incluyan las variables climáticas tanto en su planeación como ejecución.

3. El Fondo de Agua de Medellín, historia y área de influencia.

3.2 Antecedentes

Los Fondos de Agua son organizaciones que diseñan e impulsan mecanismos financieros y de gobernanza, articulando actores públicos, privados y de la sociedad civil con el fin de contribuir a la seguridad hídrica y al manejo sustentable de una cuenca determinada (TNC, 2020). Los Fondos de Agua contribuyen a fortalecer la gestión integrada de las cuencas hidrográficas, por medio de la financiación de acciones de conservación a largo plazo tales como restauración, mejores prácticas agrícolas y ganaderas, protección de áreas ribereñas y nacimientos de agua, acciones de educación ambiental, seguimiento control y monitoreo de las actividades implementadas, además de estudios de relevancia para la seguridad hídrica, entre otras

acciones. Adicionalmente, los Fondos de Agua proporcionan herramientas útiles para planificar e identificar soluciones principalmente basadas en naturaleza para enfrentar el cambio climático (Adaptado de documentos de trabajo TNC).

Para el 2010, TNC en conjunto con las Empresas Públicas de Medellín (EPM) firmaron un convenio cuyo objetivo era la estructuración de un mecanismo financiero a largo plazo, para la conservación de las cuencas abastecedoras de agua de la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá, específicamente las cuencas que proveen los embalses de Riogrande II y La Fe.

Para el 2011, se crea La Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua como un acuerdo entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Fundación FEMSA, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM, GEF por sus siglas en inglés), la Iniciativa Internacional de Cambio Climático del Gobierno Alemán (IKI) y The Nature Conservancy (TNC) que tiene como finalidad contribuir a la seguridad hídrica de América Latina y el Caribe a través de la creación y fortalecimiento de Fondos de Agua (TNC,2020).

EPM, que actualmente es la empresa prestadora de servicios públicos más grande del país tuvo amplio interés en el desarrollo del mencionado mecanismo financiero (Fondo de Agua), toda vez que la calidad del agua que entrega a los usuarios a pesar de su excelente calidad, representaba una gran inversión en costos de operación.

Diferentes actividades productivas afectan los ecosistemas naturales, incluyendo bosques alto andinos y páramos, de las cuencas abastecedoras de la región que disminuyen su capacidad de regulación hídrica y retención de sedimentos. El exceso de fertilizantes y pesticidas contaminantes para el desarrollo de actividades agropecuarias, inadecuado manejo del suelo y presencia de cianobacterias en los embalses amenazan el abastecimiento de la ciudad y el área metropolitana, situación que sumada al incremento de costos para el tratamiento de las aguas o necesidad de mayor infraestructura constituyeron la empresa que llevo a cabo la creación de la Corporación Cuencaverde Fondo de Agua de Medellín y el Valle de Aburrá.

Frente a este panorama, el propósito del Fondo de Agua que continúa vigente hasta hoy está basado en la mitigación de los problemas ambientales que afrontan las cuencas en sus partes medias y altas con el objetivo de contribuir a la reducción de sedimentos y contaminantes que llegan a los embalses a fin de garantizar la provisión de agua potable.

Una vez realizados los estudios de factibilidad y dados los intereses de los diferentes actores que componen administrativamente la región para el año 2013 se crea formalmente el Fondo de Agua.

3.2 Ubicación del área de estudio

El Fondo de Agua de Medellín y el Valle de Aburrá tiene su área de influencia en el departamento de Antioquia en un área total de 270.221 ha, que incluye las áreas de las cuencas de los ríos Medellín (Aburrá), Grande-Chico y Negro. Estas dos últimas surten a los embalses de Riogrande y la Fe II (Figura 1), áreas consideradas ambientalmente estratégicas dado que proveen en un 95% de agua al Valle de Aburrá.

El Valle de Aburrá se encuentra organizado administrativamente como una gran área metropolitana que abarca los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella, Caldas y la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia. El Valle se encuentra ubicado en la cordillera central de los Andes colombianos y tiene una extensión de 1.152 km² que hacen parte de la cuenca del río Medellín. La formación del Valle de Aburrá es el resultado de la unidad geográfica determinada por la cuenca del río

Aburrá (rio Medellín) que lo recorre de sur a norte. Su topografía está constituida por diferentes pendientes ubicadas desde los 1.300 hasta los 2.800 msnm en una longitud aproximada de 60 km (Siavosh Sadeghian, 2016).

La región Andina, y especialmente el Departamento de Antioquia, presentan una alta variabilidad climática e hidrometeorológica de origen natural en la zona, situación determinada por la ubicación geográfica en la franja tropical, el ingreso de humedad y la modulación de la circulación regional por la cercanía de dos océanos sumado a las condiciones geomorfológicas regionales. En la ciudad de Medellín, se observan dos temporadas de lluvias cuyos picos máximos se dan en los meses de abril y noviembre y que están asociados al paso de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) sobre la región. Dicha zona favorece la formación de nubes e incidencia de lluvias determinando los períodos secos y lluviosos, genera además, dos temporadas secas con temperaturas elevadas especialmente en los meses de enero y febrero y junio -julio y dos temporadas de lluvias elevadas en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre (AMVA, 2019).

El área establecida para el Fondo de Agua a 2020 incluye la jurisdicción de dos autoridades ambientales regionales Cornare y Corantioquia además de la Autoridad Ambiental Urbana para el AMVA, que tiene las mismas funciones de las autoridades ambientales regionales y en general están encargadas de la ejecución y promoción de las políticas ambientales (Tabla 3).

Tabla 3 Municipios del área de influencia del Fondo de Agua y su respectiva autoridad ambiental.

No	Municipios	Autoridad Ambiental
1	Abejorral	CORNARE
2	Belmira	CORANTIOQUIA
3	Entreríos	CORANTIOQUIA
4	Santa Rosa de Osos	CORANTIOQUIA
5	San Pedro de los Milagros	CORANTIOQUIA
6	Don Matías	CORANTIOQUIA
7	Barbosa	AMVA
8	Girardota	AMVA
9	Bello	AMVA
10	Medellín	AMVA
11	Itagüí	AMVA
12	Envigado	AMVA
13	Caldas	AMVA
14	El Retiro	CORNARE
15	La Ceja	CORNARE
16	La Unión	CORNARE

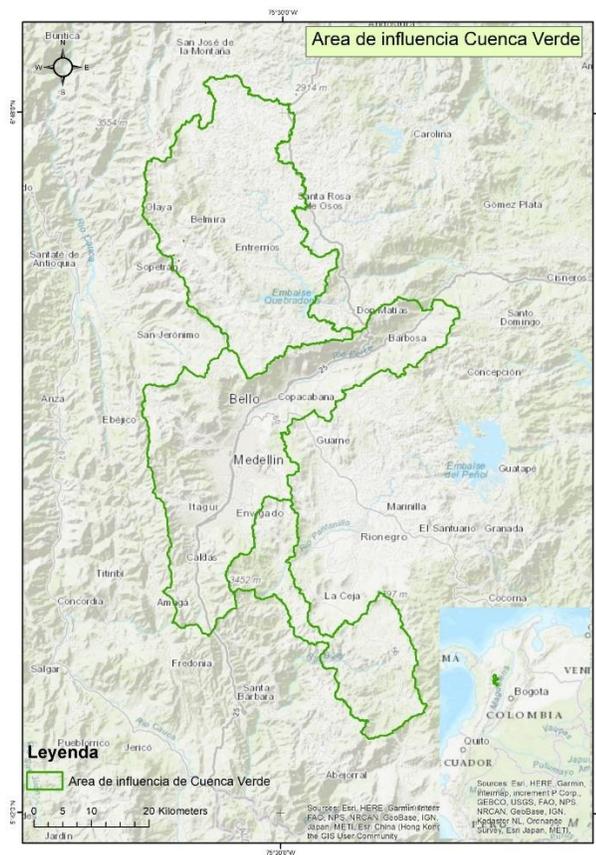


Figura 1 Mapa del área de influencia del Fondo de Agua de Medellín. Fuente: TNC 2020.

3.3 Descripción de la problemática del área de influencia del Fondo

De acuerdo con la descripción de las problemáticas que aborda el Fondo de Agua, alrededor del 59,4% de la población total del departamento de Antioquia se encuentra concentrada en el 1,8% del territorio que corresponde al área metropolitana del Valle de Aburrá, situación que ha generado presión sobre los ecosistemas y degradación de la naturaleza. La deforestación, erosión y uso inadecuado de las fuentes hídricas son los principales retos que afronta el fondo en su trabajo (Cuencaverde, 2020).

En el área de influencia de la cuenca del embalse Riogrande II predomina la ganadería de leche asociada a la porcicultura, hay establecimiento de cultivos comerciales tales como la papa y el tomate de árbol (Cuencaverde, 2020). El uso del suelo se distribuye en ganadería (50%), agricultura (38%) y bosques (22%).

El Municipio de Don Matías produce el 16,5% de porcinos y el Municipio de Santa Rosa de Osos el 17% de la producción total del departamento (Ecosistemas 2005a citado por Cuencaverde 2019).

De acuerdo con el Plan de Manejo de las Cuencas de los ríos Grande y Chico (CORANTIOQUIA, 2015) se tienen identificados 25 problemas de índole ambiental, donde el Fondo ha mencionado los siguientes como los más álgidos:

- El desarrollo de las actividades productivas sin uso de prácticas adecuadas en pendientes altas contribuye a procesos de pérdida de suelos.

- Las técnicas de monocultivo sin rotación, degradan los suelos y afectan sus nutrientes, además de alterar la biodiversidad de fauna y flora en la zona.
- Quemas de cobertura vegetal para la renovación de pasturas, dejando el suelo desnudo facilitando el arrastre de sedimentos hacia las corrientes de agua.
- Las zonas de producción de pastos se extienden hasta las márgenes de las corrientes de agua, lo que ocasiona riesgos por remoción en masa.
- Los agroquímicos requeridos para los pastos, cultivos de papa, tomate de árbol y cultivos a gran escala llegan por escorrentía a los cuerpos de agua, situación que se agrava por la escasez de vegetación en las márgenes de los ríos.
- Deforestación.
- Ausencia de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales a nivel urbano y rural que junto con la inadecuada disposición de residuos sólidos ocasionan la contaminación de las aguas.

Por su parte, en el área de influencia del Embalse de La Fe, ubicado a 20 km de la ciudad de Medellín, las presiones sobre las fuentes hídricas están dadas por el crecimiento urbano, situación que incrementa los sedimentos afectando la capacidad de regulación hídrica que sumando a los vertimientos de aguas residuales de los asentamientos informales ocasionan la contaminación de las fuentes de agua.

Los procesos de conurbación en el área están dados por desarrollo de viviendas informales en una matriz donde también se encuentran colegios de estratos altos y desarrollos comerciales. Por otro lado, se tienen procesos de urbanización sin planeación de condominios, cultivos de fresas y hortensia además de ganadería en menor proporción en las cuencas de los ríos Pantanillo, Buey y Piedras que abastecen por bombeo el embalse.

Finalmente, en el área de influencia del Fondo de Agua, se desarrollan otras actividades que contribuyen al deterioro ambiental como la minería de piedra y arena, en menor proporción oro y cultivos a gran escala de aguacate y madera.

3.4 Acciones implementadas por Cuencaverde

En los estudios de factibilidad realizados para la creación del Fondo de Agua en el 2013, se propuso tres portafolios de inversiones. A través de espacios técnicos de concertación con participación de EPM y las autoridades ambientales regionales como la Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare (CORNARE) y CORANTIOQUIA se establecieron tres lineamientos: el primero relacionado con el interés de EPM en reducir la contaminación que llega a las fuentes de agua y que afectan su calidad (contaminación por cianobacterias y nitrógeno), el segundo en reducción de sedimentos y el último en cantidad de agua (TNC, 2013).

Por otro lado, están las acciones relacionadas con cambio de uso del suelo y prácticas de conservación consideradas como las de mayor impacto en los servicios ecosistémicos, además de acciones de índole social como educación ambiental, fortalecimiento comunitario y comunicaciones.

A través de los modelos hidrológicos SWAT (Soil and Water Assessment Tool), InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs) y FIESTA (Fog Interception for the Enhancement of Streamflow in Tropical Areas) se identificaron las áreas prioritarias para la conservación en las cuencas de Riogrande II y La Fe. Dados los intereses de los actores relacionados se escogieron tres servicios ecosistémicos para la modelación: retención de sedimentos, rendimiento y calidad de agua.

Tabla 4 Resumen de las características de los modelos hidrológicos utilizados para la creación del fondo de agua.

Modelo SWAT	Modelo FIESTA	Modelo InVEST
<p>Fue diseñado por el departamento de agricultura de los Estados Unidos y La Universidad de Texas. Este modelo está conformado por un conjunto de sub-modelos, los cuales se emplean para simular distintos procesos hidrológicos.</p> <p>Limitaciones: Se necesitan gran cantidad de datos que se requieren para modelar de manera apropiada los usos de suelo en Colombia, de lo contrario SWAT utilizara como referencia datos de uso del suelo tejanos (de Texas USA).</p>	<p>Diseñado por el Kings College. Modelo hidrológico espacial-distribuido en procesos físicos utilizado para entender el impacto potencial de la intercepción de neblina en bosques de niebla y paramos sobre los recursos hídricos terrestres.</p> <p>Limitaciones: Se requieren datos precisos de captación de neblina para validar los resultados.</p>	<p>Fue desarrollado por el Natural Capital Project (Instituto Woods Universidad de Stamford, TNC y WWF). Conjunto de modelos orientados a caracterizar espacialmente servicios ecosistémicos y proporcionar nociones de su valor. Busca proveer una visión del paisaje que incorpore múltiples dimensiones en relación a las funciones ecosistémicas.</p> <p>Limitaciones: Este modelo funciona con datos de entrada en forma de promedios multianuales, ignorando dinámicas estacionales o mensuales que haya en la zona estudio.</p>

Fuente: TNC, 2012.

Se destaca de las modelaciones a través de FIESTA, que la cuenca Riogrande II en particular es muy húmeda hacia el Norte, Este y Oeste, donde alcanza alrededor de 4.000 mm/año. Se evidencia también que las zonas más montañosas de las cuencas son las más húmedas y por consiguiente las subcuencas localizadas en dichas áreas las cuales son de mayor exposición a vientos, son las más húmedas. En el caso de La Fe, las zonas más húmedas se localizan al suroccidente de la cuenca, en donde se concentra una mayor cobertura de tipo boscoso (TNC, 2012).

Una vez determinados los escenarios para las modelaciones teniendo en cuenta las fuentes que generan sedimentos en el paisaje, se obtuvo como resultado que por medio de actividades de conservación en el 60% de las áreas prioritarias se generaría una disminución de sedimentos de un 20% lo que muestra la importancia de estas actividades para el futuro trabajo del fondo.

Como resultado del análisis de los 3 portafolios de inversión (calidad de agua, retención de sedimentos y un tercero que combinó los dos intereses tanto de calidad como sedimentos) se obtuvieron las líneas generales de trabajo del fondo:

- Restauración de ecosistemas
- Implementación de prácticas de producción sostenibles
- Gestión y conservación del recurso hídrico y la biodiversidad
- Educación, Capacitación y Comunicación

- Monitoreo e Investigación aplicada (TNC, 2012).

Posterior al análisis de los portafolios, el Fondo de Agua desarrolló un Plan de Conservación en el 2015 cuyo objetivo fue establecer las actividades relacionadas con restauración, reforestación, recuperación y rehabilitación del paisaje forestal, enfocando los esfuerzos hacia la conservación de la biodiversidad y restauración de las funciones ecosistémicas tanto en áreas de ribera como en los bosques andinos y robledales con el propósito de que todas las acciones contribuyan al mejoramiento de las condiciones, calidad y cantidad de las aguas que abastecen los embalses La Fe y Riogrande II, al igual que disminuyen el aporte de sedimentos y reducen la cantidad de químicos que llegan a las fuentes de agua (TNC, 2015).

Es importante aclarar que el portafolio de inversiones del Fondo es un proceso dinámico en constante actualización según los desafíos que supone el trabajo en su área de influencia.

De acuerdo con el informe de Gestión de la Corporación corte diciembre de 2019, los resultados consolidados del trabajo en el período 2014-2019 se muestran en la Tabla 5. Para centrarse en el análisis que propone el documento se tomará la línea de trabajo de gestión del recurso hídrico y la biodiversidad que incluye las prácticas de producción sostenible;

Tabla 5 Consolidado de logros de la Corporación Cuencaverde período 2014-2019

Línea de trabajo	Indicador	Resultado
Gestión del recurso hídrico y la biodiversidad.	Hectáreas impactadas	11.962,5
	Hectáreas intervenidas	3.177,5
	Nacimientos protegidos	629,0
	Hectáreas de bosque de ribera protegidos	491,5
	Hectáreas de bosque conservado	2.010,4
	Metros lineales ribera recuperada	278.760,7
	Familias impactadas	582,0
	Cercas vivas en metros lineales	21.843,6
	Siembra de árboles dispersos	1.638,0

El Fondo de Agua tiene un tiempo de implementación a 15 años desde su creación en los que se había fijado como meta 10.225 ha en conservación a 2019. Sin embargo, al mismo año había logrado la intervención en 15.302,9 ha.

Para el desarrollo de las actividades relacionadas en la Tabla 5 el Fondo analiza aspectos biofísicos del terreno con el fin que la acción a desarrollar sea compatible con el ecosistema de referencia y atienda de manera integral el disturbio identificado (p ej. Pastoreo en áreas de nacimiento de agua), esto en constante planeación y comunicación con el propietario de tal manera que sea posible la maximización de los beneficios en términos de servicios ecosistémicos y de producción para el involucrado.

A continuación describen las acciones que realiza el Fondo de Agua (Cuencaverde, 2019) :

Actividades de restauración de ecosistemas naturales:

- **Restauración pasiva** por medio del aislamiento mediante la instalación de cercos (en alambre de púa o liso) para la protección del sitio contra los principales factores de estrés o alteración como la ganadería promoviendo procesos de sucesión y regeneración natural.
- **Restauración activa** a través de actividades de establecimiento y/o enriquecimiento, con o sin aislamiento (cerco en púa o liso) para la protección de las plántulas.
- **Establecimiento**, actividad que hace parte de la restauración activa y se realiza por medio de la siembra de árboles nativos en áreas donde existen barreras para el desarrollo de la regeneración natural o donde la dispersión de semillas es insuficiente para garantizar un proceso de sucesión vegetal. Según el diseño de siembra se manejan densidades variables hasta los 1667 individuos /ha.
- **Enriquecimiento** que consiste en sembrar especies nativas de estados más avanzados de la sucesión vegetal en áreas que se han venido recuperando naturalmente producto de aislamientos o abandono, pero presentan diversidades muy bajas debido a la competencia de especies.
- **Aislamiento de bosques de ladera** por medio de cerramientos se aíslan parches de bosque.
- **Aislamiento de bosques de ribera y nacimiento**, los cuales consisten en el aislamiento de vegetación secundaria baja, por medio del establecimiento de cercos. Con este sistema se busca prevenir la entrada de ganado y promover la recuperación natural de la vegetación.
- **Aislamiento de bosques usando plántulas**, en el cual se aíslan áreas de bosque y no bosque, con la siembra lineal de árboles separados.

Para las actividades de conservación de bosques, también se implementan según sea el caso los aislamientos descritos en el punto anterior.

Con respecto a las implementaciones relacionadas con buenas prácticas (MADS, 2015), se tienen:

- **Sistemas agroforestales:** forma de uso de la tierra en la cual se combinan especies arbóreas leñosas (frutales o madereras) con cultivos agrícolas o crianza de animales, de forma simultánea o en secuencia temporal y que interactúan económica y ecológicamente.
- **Sistemas Silvopastoriles** modalidad de sistemas agroforestales pecuarios, que combina los sistemas productivos ganaderos con árboles y arbustos en diferentes tipos de arreglos e intensidad por hectárea, creando sistemas más complejos y diversos con vegetación arbórea diferente y de varios estratos.
- **Cercos vivos**, modalidad de herramienta de manejo de paisaje donde se siembran especies lineales con el fin de constituir barreras contra vientos, conectar los paisajes y hábitat para aves (Lozano-Zambrano, F. H., 2009).
- **Bancos forrajeros**, a través de la siembra de especies de que proporcionan proteínas para por ejemplo la ganadería se beneficia el manejo de las fincas, se disminuye la presión sobre los hábitats naturales y pueden proveer ingresos adicionales para los propietarios.

Adicionalmente, Cuencaverde desarrolla estrategias de uso y ahorro eficiente del agua por medio de la instalación de bebederos ahorradores y tanques de almacenamiento, además de acciones para la reducción de cargas contaminantes al suelo y el agua a través de la instalación de biodigestores y sistemas de tratamiento para las aguas residuales. Para lograr la implementación en los predios, el Fondo, por medio de acuerdos de conservación o de intervención, formaliza el compromiso voluntario con los propietarios a través de la firma de un documento que establece las responsabilidades tanto de Cuencaverde como del propietario, en un período de tiempo de 10 años contados a partir de la suscripción del acuerdo.

De acuerdo con la información otorgada por el equipo técnico del Fondo a 2020, Cuencaverde ha desarrollado dos protocolos que orientan el accionar; el primero para la implementación de prácticas de producción sostenible en las cuencas de Riogrande II, la Fe y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el cual es un instrumento cuyo propósito es guiar la formulación, ejecución, monitoreo y divulgación de prácticas productivas sostenibles en el sector agropecuario. Y el segundo protocolo está relacionado con la implementación de estrategias de restauración de ecosistemas encaminadas a la preservación del agua y sus servicios ecosistémicos con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad y cantidad de las fuentes hídricas incrementando la vegetación protectora de las zonas de ribera y alta montaña (Cuencaverde, 2020).

4. Identificación de acciones que generan sinergias entre mitigación y adaptación (SAM)

Para la identificación de las SAM en el marco del trabajo del Fondo de Agua de Medellín se tomó como referencia el documento generado por Medellín et al., 2018. Una vez definidas las líneas y acciones que desarrolla el Fondo (numeral 5), será necesario identificar cuál es el impacto del cambio climático al cual desea adaptarse. Es importante destacar, como se ha mencionado en el marco referencial, que, si bien existen diferencias entre las medidas de mitigación y adaptación, ambos constituyen estrategias que pueden ser más efectivas si se construyen de manera complementaria a pesar de que cada uno tiene una finalidad específica (Medellín et al., 2018) Tabla 6:

Tabla 6 Principales diferencias entre adaptación y mitigación

	Adaptación	Mitigación
Objetivos	Abordar el impacto del cambio climático	Abordar la causa del cambio climático (acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera)
Escala espacial	De importancia local, ya que la adaptación principalmente provee beneficios a escala local	De importancia internacional, ya que la mitigación provee beneficios globales
Escala temporal	La adaptación puede tener efecto en el corto plazo en la reducción de la vulnerabilidad	La mitigación tiene efecto en el largo plazo para revertir el sistema climático al reducir emisiones de GEI en la atmósfera
Sectores	Adaptación tiene prioridad en los sectores de salud, manejo del recurso hídrico y en áreas costeras o zonas de baja altitud	Las prioridades para mitigación son los sectores de energía, transporte, industria y manejo de residuos. En el caso colombiano el sector AFOLU se encuentra priorizado.
Los dos son relevantes para el sector agrícola y forestal		

Fuente: Adaptado de Locatelli et al 2011

Al momento de la construcción de este documento, el Fondo tiene previsto hacer análisis participativos comunitarios para identificar la vulnerabilidad al cambio climático en una microcuenca. Sin embargo, dadas las restricciones ocasionadas por la pandemia del virus Covid-19 no ha sido posible el acercamiento con las comunidades, por lo tanto, para el desarrollo de los análisis presentados se utilizará información secundaria.

Por otro lado, a nivel nacional existen diferentes documentos que permiten identificar las medidas que deberían ser adoptadas por el Fondo y que se tomarán como insumo para determinar a escala regional cuáles serán las manifestaciones del cambio climático: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, el Plan Integral De Cambio Climático De Antioquia (PICCA), el Plan de acción ante el cambio y la variabilidad climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (PAC&VC), el Plan Regional para el cambio Climático en la Jurisdicción de Corantioquia (PRCC).

Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC)

De acuerdo con lo expresado en la TCNCC, todos los municipios de Colombia presentan algún tipo de riesgo por cambio climático. Se evidencia un alto riesgo marcado en la región de baja Amazonia, sur de la Orinoquia y el Caribe, así como en buena parte de las principales ciudades capitales de la región Andina donde se encuentra la ciudad de Medellín y su área metropolitana. El riesgo por cambio climático para el país está tipificado como medio con una baja amenaza, pero alta vulnerabilidad, donde según el ranking nacional de riesgo, Antioquia ocupa el puesto 17 de 33 departamentos.

Con respecto al histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos e hidroclimáticos, desde 1901 hasta 2015, Antioquia ha sido el departamento con más eventos de todo el país (3.310), donde principalmente se registran deslizamientos (eventos hidrometeorogeomorfológicos) e inundaciones (eventos hidrometeorológicos). El análisis de riesgo muestra que 17 municipios del departamento tienen alto riesgo por cambio climático, entre estos se encuentran dos municipios del área metropolitana, Sabaneta e Itagüí. En cuanto a las dimensiones analizadas, los temas de seguridad alimentaria, biodiversidad, salud y recurso hídrico deben ser prioritarios para el departamento, puesto que además de tener valores entre medios a altos de riesgo, en conjunto tienen contribuciones relevantes al valor total de riesgo por cambio climático de los municipios; particularmente el recurso hídrico y la biodiversidad presentan riesgo alto al cambio climático para la mayoría de los municipios.

Plan Integral De Gestión de Cambio Climático De Antioquia (PIGCCA)

El PIGCCA es una herramienta guía para dar respuesta a los desafíos del cambio climático en el territorio y coordinar las acciones territoriales e intersectoriales de mitigación y adaptación, reconociendo las particularidades de las nueve subregiones del Departamento. Es importante anotar que este plan toma las directrices establecidas por la PNCC y se integra con los cuatro Planes Regionales de Cambio Climático (PRCC) formulados por las autoridades ambientales de Antioquia: CORANTIOQUIA, CORNARE, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (CORPOURABA) y Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y el Plan Municipal de Cambio Climático del municipio de Envigado donde se identificaron y priorizaron medidas de adaptación y mitigación.

Antioquia ha sufrido fuertes impactos a causa de los efectos de la variabilidad climática. Las pérdidas causadas por La Niña 2010-2011 representaron el 1% del PIB departamental, con mayor incidencia en los sectores de infraestructura y servicios. Según datos del estudio de BID-CEPAL (CEPAL, 2012 citado por PICCA 2018), como consecuencia de inundaciones y

deslizamientos, la ola invernal 2010- 2011 reportó más de 170.000 personas afectadas, aproximadamente 200 de estas muertas o desaparecidas y más de 88.000 millones de pesos en pérdidas (Gobernación de Antioquia, 2018). El Departamento ocupa el tercer lugar en emisiones netas (emisiones y absorciones, expresadas en millones de toneladas de CO2 equivalente: Mt CO2e) de GEI a nivel nacional (22,94 MT CO2e), y a la vez, es un gran responsable de las absorciones (-9,99 MT CO2e). El sector agropecuario es uno de los mayores aportantes de emisiones.

En promedio, en Antioquia podrán aumentar las precipitaciones en un 9,3% con respecto al valor actual para fin de siglo. Las principales disminuciones de precipitación, con valores entre un 20 % y un 30 %, podrán presentarse para la subregión del Bajo Cauca para el fin de siglo (Gobernación de Antioquia, 2018). Este Plan define cinco líneas estratégicas:

1. Desarrollo agropecuario resiliente
2. Energía y transporte resiliente
3. Ecosistemas y sus servicios
4. Competitividad regional e impulso a
5. Nuevas economías
6. Desarrollo urbano resiliente

A través de la alineación de las medidas de los PRCC y el Plan Territorial de Cambio Climático de Envigado, el plan priorizó aquellas que fueran comunes y aplicables a los territorios del departamento como, por ejemplo, la conservación de los ecosistemas abastecedores, lo que se traduce en prioridad a escala departamental y en una medida del plan.

Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (PAC&VC) 2019 -2030

El plan es un documento estratégico estructurado en dos ejes temáticos (mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación frente al cambio y la variabilidad climática) que contiene las acciones a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo para la mitigación de las emisiones (GEI) y la adaptación frente al cambio y la variabilidad climática (AMVA, 2019). Establece una priorización de medidas y SAM teniendo en cuenta análisis climáticos desarrollados para la región que incluyen análisis participativos con el fin de obtener los enfoques de trabajo;

Mitigación

A través de la metodología de análisis multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process, por sus siglas en inglés), se valoraron los criterios en múltiples dimensiones: económica, tecnológica, social y ambiental, entre otras en diferentes unidades y escalas.

Luego, por medio de 5 escenarios los participantes evaluaron según importancia las medidas:

- Escenario 1 mayor importancia a la dimensión financiera.
- Escenario 2 mayor importancia a la dimensión ambiental.
- Escenario 3 mayor importancia a la dimensión social y cultural.
- Escenario 4 igual importancia para todas las dimensiones.
- Escenario 5 constituyeron los porcentajes asignados a cada dimensión en consenso: financiero 5%, técnico 17%, ambiental 18%, económico 3%, social y cultural 3% e institucional 42%.

A continuación, se relacionan los resultados producto del análisis participativo de acuerdo con el Plan (AMVA, 2019) que permitió identificar las medidas de mitigación priorizadas (Tabla 7);

Tabla 7 Priorización de las medidas de mitigación según AMVA 2019.

Sector	Medida	Orden en la priorización				
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Agropecuario	1. Gestión de tierras de cultivo	3	5	16	16	14
	2. Gestión del ganado y pastizales	10	12	3	15	2
Forestal	3. Conservación de reservorios de carbonos existentes	1	1	11	3	5
	4. Silvicultura de bosques y urbana	2	3	1	6	1
Saneamiento	5. Impulsar esquemas de disminución, aprovechamiento y valorización de residuos	8	10	9	11	16

Adaptado de (AMVA, 2019)

*La priorización incluía más sectores económicos, sin embargo, se tomaron en cuenta los que trabaja el Fondo de Agua.

Este es un escenario indicativo que de acuerdo con el AMVA 2019, debería ser armonizado con los demás instrumentos de ordenamiento territorial.

Con base en los pesos de importancia dados en los criterios y en la valoración de las medidas respecto a estos, se obtiene una priorización de medidas según su desempeño como se muestra en la Tabla 7. Así, por ejemplo, según los criterios de los participantes en el escenario 1 la medida más importante es la conservación de reservorios de carbono como los bosques seguido de la silvicultura.

Adaptación

El PAC&VC, indica que aún no existen estudios a escala local que permitan obtener la información detallada por ejemplo con estabilidad de suelos en ladera que permita dimensionar los desafíos que se tienen en términos de adaptación.

Para ello plantean una estrategia de priorización basada en la jerarquización de supracriterios que posibiliten la agrupación de medidas de adaptación bajo criterios macro que permitan identificar los riesgos a los que se encuentra expuesta la población y cuál debería ser el tiempo de su implementación:

- Protección de la vida: enfocadas hacia la protección y garantía de la vida.
- Necesidades básicas: enfocadas a garantizar el acceso a servicios públicos de calidad que permitan mejorar la calidad de vida de las comunidades.
- Medio ambiente y servicios ecosistémicos: enfocado a la protección del medio ambiente y supervivencia de los seres vivos, así como la provisión de los servicios que brinda el ambiente.
- Productividad: reconoce que los cambios en el clima pueden reducir la productividad en la región, originando conflictos del orden socioambiental que pueden afectar la adaptación.

Una vez identificados los supracriterios que guiarán las acciones de adaptación, es preciso establecer las manifestaciones más relevantes del sistema climático en la zona; aumento sistemático de la temperatura, aumento en la magnitud de las tormentas o en la frecuencia de tormentas más severas, aumento en la duración y en la frecuencia de los períodos con poca lluvia y el aumento en la duración y en la frecuencia de los períodos de lluvia, en las Tablas 8 y 9 se muestran las principales alteraciones;

Tabla 8 Manifestaciones climáticas identificadas para el Área metropolitana del Valle de Aburra según AMVA 2019.

Aumento sistemático de temperatura	Aumento en la magnitud de las tormentas o en la frecuencia de tormentas más severas
Aumento de las temperaturas máximas	Velocidad de las ráfagas de viento y de la fuerza sobre los elementos expuestos.
Aumento de biotemperatura.	Actividad eléctrica, aumento de rayos y del índice ceráunico.
Sucesión espacial altitudinal, de la vegetación y de la fauna, ascenso de ecosistemas.	Lluvias con granizo de gran tamaño.
Aumento en la evapotranspiración potencial.	Inundaciones rápidas en las inmediaciones de los cauces de la red de drenaje.
Aumento de la tasa descomposición de materia orgánica.	Inundaciones pluviales por insuficiencia de obras de drenaje.
Hábitat propicio para especies oportunistas y nocivas para la salud humana o el medio ambiente plagas, parásitos y vectores de enfermedades.	Acumulación excesiva de agua en las capas superiores del suelo en la ladera.
Alteración de la productividad agrícola.	Movimientos en masa por pérdida de estabilidad de la capa superior del suelo y formación de deslizamientos superficiales

Aumento sistemático de temperatura	Aumento en la magnitud de las tormentas o en la frecuencia de tormentas más severas
Alteración de la productividad pecuaria.	Escorrentía sobre laderas con gran capacidad de erosión del suelo.
Potencialidad para otras especies o para otras variedades que se adapten mejor al nuevo régimen de temperatura	Erosión de márgenes de ríos y quebradas.
Perdida de confort de las viviendas.	Socavación del lecho de ríos y quebradas.
Perdida de confort en los sitios de trabajo.	Desbordamiento de ríos y quebradas.
Condiciones para un mayor deterioro de alimentos y materias primas.	Removilización de depósitos sobre los que fluyen ríos y quebradas.
Pérdida de productividad.	Avenidas torrenciales y flujos con grandes cantidades de sedimentos de diferente tamaño y de residuos de vegetación
	Destrucción de obras de infraestructura en el recorrido de las avenidas torrenciales o en los sitios de depósito.

Fuente: Adaptado de PAC&VC.

Las tormentas en la región generalmente son de poca duración y gran intensidad, por ello es importante resaltar que si aumentan en magnitud y frecuencia se incrementan los riesgos a los que se expone la población.

Tabla 9 Principales manifestaciones en la región según el AMVA debido al cambio climático.

El aumento en la duración y en la frecuencia de los períodos con poca lluvia	
Disminución de la lluvia y de la nubosidad.	Reducción del nivel y del espejo de agua en los cuerpos de agua.
Aumento de la radiación en superficie y de las temperaturas máximas.	Aumento de la temperatura del agua en cuerpos de agua.
Disminución de las temperaturas mínimas.	Estrés hídrico en flora y fauna (acuática y terrestre).
Reducción de la humedad del aire y del suelo.	Reducción de la oferta hídrica y de la oferta hidroenergética.
Reducción de la humedad en la vegetación.	Deterioro de la calidad del agua por reducción del agua de dilución.
Estrés hídrico en la vegetación y marchitez de las plantas.	Necesidad de riego para sostener la productividad de algunos cultivos, incluso para la supervivencia de algunos cultivos permanentes.
Favorecimiento de las condiciones para los incendios.	Pérdida de productividad agrícola (por estrés hídrico o térmico de las plantas).
Descenso del nivel freático.	Deterioro de condiciones para la realización de actividades al aire libre en ciertas horas del día, por aumento en la insolación y la temperatura

El aumento en la duración y en la frecuencia de los períodos con poca lluvia	
Reducción de los caudales mínimos en las corrientes de agua.	Aumento en morbilidad por deshidratación, por afecciones en la piel debido a la exposición al sol y a altas temperaturas
Desconexión de los ríos con ciénagas y humedales.	Pérdida de confort en viviendas.
	Pérdida de confort en espacios laborales y disminución de productividad.
Aumento de la humedad del aire y del suelo.	Aumento del área y la profundidad de los cuerpos de agua.
Aumento del nivel freático.	Disminución de la temperatura del agua.
Estrés en la vegetación por falta de aire en el suelo.	Aumento de la presión de poros en el suelo.
Proliferación de hongos en las plantas.	Aumento de las condiciones de inestabilidad de suelo en laderas.
Aumento de la erosión del suelo y de los caudales de los ríos.	Aumento de las condiciones de inestabilidad de taludes.
Reconexión de los ríos con ciénagas y humedales.	Humedades y goteras en construcciones.
Desbordamiento de los ríos hacia las zonas inundables.	Corrosión y meteorización de materiales.
Aumento de la removilización del lecho de los cauces y aumento de la erosión de márgenes en ríos y quebradas	Deterioro de edificaciones.
Aumento en la concentración de sedimentos en el agua.	Aumento en necesidades de mantenimiento en obras de infraestructura.
Alteración de la calidad del agua por la turbiedad.	Deterioro de condiciones para actividades al aire libre a causa de la lluvia, reducción del rendimiento y de la productividad laboral
Inundaciones en zonas bajas.	Deterioro de vehículos para la movilidad (bicicletas y motos).
Pérdida de cultivos y de áreas de pastoreo.	Aumento en la accidentalidad vehicular, por la afectación a la visibilidad y las dificultades de frenado en pavimento húmedo
	Aumento de enfermedades resultantes de la exposición a la lluvia y a la humedad (enfermedades respiratorias y afecciones en la piel por hongos).

Fuente: Adaptado de PAC&VC.

El PAC&VC agrupa las medidas a través de programas estratégicos, de tal manera que se permita la articulación con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los planes que sean desarrollados por los diferentes entes territoriales además de estar alineados con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC).

- Programa de actualización periódica del conocimiento
- Programa integral de Gestión del Riesgo
- Programa regional integral de saneamiento básico
- Programa de seguridad alimentaria
- Programa de salud y ambiente
- Programa de vivienda segura, digna y sostenible
- Programa de movilidad sostenible
- Programa de educación para el cambio y la variabilidad climática
- Programa de recreación sana, segura y accesible
- Programa de restauración o conservación de ecosistemas y biodiversidad
- Programa de instrumentos de planificación, desarrollo y ordenamiento para el cambio climático
- Programa de productividad y competitividad sostenible
- Programa de apropiación tecnológica, investigación, innovación y desarrollo
- Programa de gobernanza, gobernabilidad, convivencia y seguridad ciudadana

Por último, también identifica dos tensores a ser tenidos en cuenta en las diferentes medidas, el crecimiento demográfico y la gobernanza.

Plan Regional para el Cambio Climático en la Jurisdicción de Corantioquia (PRCC)

Este plan proporciona una revisión de las causas y consecuencias del cambio climático a nivel regional evaluando la vulnerabilidad del territorio al cambio climático y haciendo una síntesis de la estimación de las emisiones de GEI en la jurisdicción.

Presenta la estructura formulada del Plan Regional para el Cambio Climático en Corantioquia, con sus ejes temáticos, líneas estratégicas, programas y medidas de mitigación y adaptación del PRCC, con las que comenzará su implementación. A continuación, se muestran las líneas estratégicas:

- Línea estratégica 1. Gestión de ecosistemas y sus servicios de regulación y aprovisionamiento
- Línea estratégica 2. Gestión de ecosistemas y sus servicios culturales y de apoyo
- Línea estratégica 3. Sector agropecuario y forestal resiliente ante el cambio climático
- Línea estratégica 4. Comunicación y participación
- Línea estratégica 5. Educación ambiental en cambio climático
- Línea estratégica 6. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo en las dinámicas del cambio climático
- Línea estratégica 7. Energía y transporte para el desarrollo Sostenible
- Línea estratégica 8. Infraestructura y vivienda ante el cambio climático

5. Fichas descriptivas de las acciones realizadas por Cuencaverde

Una vez elaborada la tipología de las acciones que implementa el Fondo, se realizó su clasificación por medio de fichas descriptivas con el objetivo de resumir las acciones y los

servicios ecosistémicos relacionados con cada implementación y amenazas e impactos del cambio climático que puedan atender.

Las fichas se encuentran clasificadas de acuerdo con las siguientes líneas de acción:

- Restauración de ecosistemas naturales que incluyen acciones directas (relacionadas con siembras) y complementarias (acciones que no incluyen siembras pero que apuntan al objetivo de la línea de acción).
- Prácticas de producción sostenible que incluye de manera separada: sistemas silvopastoriles, sistemas agroforestales, renovación de praderas y huertas agroecológicas.

De manera general, las fichas (Tablas 10 a 14) presentan las implementaciones que actualmente realiza el Fondo y que se describen en su protocolo de producción sostenible y documento de especificaciones técnicas para su realización y se complementan con información secundaria.

Las fichas que se presentan a continuación están basadas principalmente en el documento de Medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas generado por TNC y La Fundación ALMA, además fue complementada con definiciones y lineamientos técnicos descritos en el Plan Nacional de Restauración (MADS, 2015) y el documento Microfinanzas para la Adaptación Basada en Ecosistemas (PNUMA, *s.f*), entre otros.

Tabla 10 Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde restauración de ecosistemas naturales.

CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS POR EL FONDO DE AGUA		
<p>Línea de acción: Restauración de ecosistemas naturales</p>		
<p>Objetivo</p> <p>Recuperar o fortalecer los principales atributos ecológicos (composición, estructura y función) de los bosques y garantizar la prestación de servicios ecosistémicos en áreas degradadas con el fin de aportar a la reducción de sedimentos por erosión fluvial, lo que mejora la capacidad de retención hídrica del suelo, brinda hábitat para especies, aporta materias primas, entre otros. De esta manera, se fortalece la resiliencia ecosistémica a eventos hidrometeorológicos extremos como inundación y sequía, y climáticos de largo avance como los asociados al cambio climático.</p>		
<p>Descripción</p> <p>La restauración se puede definir como una estrategia práctica de manejo que restablece los procesos ecológicos para mantener la composición, estructura y función del ecosistema en diferentes unidades de paisaje y a distintas escalas, mediante el desarrollo de estrategias participativas (Apfelbaum y Chapman, 1997). La restauración es un proceso complejo, integral y cuyos objetivos se logran a mediano y largo plazo. Su propósito va más allá de la simple revegetación o reforestación de áreas mediante plantaciones de especies arbóreas. Los tres grandes objetivos de la restauración ecológica son (MADS, 2015):</p>		
<p>1. Restauración ecológica</p>	<p>2. Rehabilitación ecológica</p>	<p>3. Recuperación ecológica</p>
<p>Restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios.</p>	<p>Llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, este debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.</p>	<p>Recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio.</p>
<p>Tipos de restauración</p> <p>Según el Plan Nacional de Restauración, los tipos de restauración pueden agruparse como activas o asistidas (cuando se realizan intervenciones directas de manejo, como enriquecimiento, remoción o traslado del material vegetal, entre otros) o pasivas o espontáneas (cuando únicamente se retiran los causantes de la degradación ecosistémica y se deja el área sin otro tipo de actividad directa solo en ocasiones el encerramiento de las áreas es suficiente).</p> <p>Por su parte, las guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia, basada en la clasificación propuesta por Brown & Lugo (1994) y Vargas (2007) establece la tipología de la restauración así:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Basadas en la remoción y control de los tensionantes leves (frecuencia de quemas, sobrepastoreo, tasa de cosecha, erosión moderada). -Basadas en la adición de especies (plantas, animales o microorganismos) o materiales (fertilizantes, materia orgánica, agua). -Basadas en la regulación de la tasa de procesos ecosistémicos, es decir, los flujos entre los compartimentos (como regular la composición y estructura del suelo para sincronizar la liberación de nutrientes y captación vegetal de estos). -Basadas en la remoción de los tensionantes severos. -Basadas en la regulación de las fuentes de entradas de energía. 		

Amenaza e impactos que atiende

La variabilidad y el cambio climático se expresa con eventos atmosféricos de corto y largo avance que pueden llegar a constituirse en condicionantes de riesgo. Los territorios que cuenten con una menor cobertura vegetal son más susceptibles a verse impactados con una mayor magnitud por estos. Con respecto a cambio climático, se espera la transformación ecosistémica y pérdida de biodiversidad, como una de las afectaciones directas; lo anterior, sumado a las diversas actividades sectoriales que propician o incrementan motores de deforestación en distintos territorios, exacerbarán la pérdida parcial o total de coberturas y de la biodiversidad, reduciendo así la oferta y el acceso de los servicios ecosistémicos, lo que puede provocar o incrementar los conflictos ambientales.

A su vez, la pérdida de vegetación protectora aumenta las tasas de evaporación y afectación de la disponibilidad y regulación hídrica e incrementa los procesos de erosión generando mayores aportes de sedimento a los cauces que alteran la calidad del agua. Finalmente, la pérdida de vegetación riparia tiene incidencia directa sobre la estabilidad de los suelos que bordean los cuerpos de agua lo que produce debilitamiento de su capacidad de amortiguar crecientes e inundaciones.

Los árboles generan un microclima que disminuye los efectos de heladas, cambios bruscos de temperatura, vientos fuertes, extremos de calor, granizo y lluvias intensas sobre cultivos o ecosistemas. El conjunto de procesos de regulación de temperatura y humedad en el suelo y el aire reduce el potencial de sequías.

Servicios ecosistémicos que ayuda a mantener o mejorar

Abastecimiento	Regulación y soporte		Culturales
Recursos ornamentales Recursos medicinales y cosméticos Provisión de agua Aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables	Control biológico Hábitat para especies Amortiguación de perturbaciones Prevención y reducción de riesgos (principalmente inundaciones) Purificación del aire Depuración del agua Control de la erosión	Fertilidad del suelo Regulación climática Regulación hídrica Polinización Fertilidad de los suelos Ciclaje de nutrientes Captura y almacenamiento de carbono	Conocimiento científico Valor de existencia Valores espirituales Valores sagrados Valores estéticos Identidad cultural y sentido de pertenencia Actividades recreativas Ecoturismo

Acciones contempladas dentro de la categoría: Restauración de ecosistemas naturales

Directas	Complementarias
<ul style="list-style-type: none">Restauración activa	<ul style="list-style-type: none">Restauración pasiva (espontánea)
<ul style="list-style-type: none">Enriquecimiento (con especies nativas en zonas de rastrojo bajo)	<ul style="list-style-type: none">Aislamiento de bosques de ladera
<ul style="list-style-type: none">Establecimiento	<ul style="list-style-type: none">Aislamiento de bosques de ribera y nacimiento
<ul style="list-style-type: none">Aislamiento de bosques usando plántulas nativasNucleación	

Características de la tenencia de la tierra

La implementación de esta acción se realiza en propiedades públicas y/o privadas, se asegura la tenencia de la tierra por medio de documentos de propiedad y se firma un acuerdo de conservación a un tiempo promedio de 10 años donde se establecen las responsabilidades de las partes (propietario/fondo).

En la tabla 10 se indican las acciones que están relacionadas con restauración de los ecosistemas naturales y se discriminan como directas aquellas cuyo objetivo está directamente relacionado con la siembra de individuos para asegurar las coberturas, y como medidas complementarias se definen aquellas que no incluyen siembra de especies, sino que a través de otras acciones como cerramientos contribuyen a la recuperación de los atributos ecológicos.

Tabla 11 Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas sistemas silvopastoriles

CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS POR EL FONDO DE AGUA			
Línea de acción : Prácticas de producción sostenible Sistemas Silvopastoriles (SSP)			
Objetivo			
<p>Transformar potreros en unidades de vegetación continua para uso mixto, con el fin de conservar y/o aumentar la biodiversidad y brindar alternativas de aprovechamiento sustentable. En términos de Adaptación, esta medida, al contribuir a la conectividad entre parches, propicia el flujo genético y confiere refugio, alimento y hábitat para la fauna silvestre local aumentando la resiliencia de la biodiversidad frente a eventos hidrometeorológicos y climáticos extremos, lo que garantiza servicios ecosistémicos principalmente en la dispersión de semillas, polinización, movimiento y refugio de fauna. Igualmente, el enriquecimiento vegetal confiere al cuidado de los suelos y a recuperar o mantener servicios como la filtración y recarga de acuíferos, que son de vital importancia, especialmente en presencia de fenómenos como el del Niño que reduce el aporte de lluvias precipitadas. A su vez, contribuye a la reducción de eventos erosivos riparios y, por ende, a la pérdida de suelo. Igualmente, aumenta la capacidad de respuesta del territorio y de las comunidades asentadas frente a inundaciones, lluvias torrenciales y deslizamientos. La categoría de SSP, se encuentra dentro de los sistemas agroforestales relacionados con la actividad pecuaria en el país.</p>			
Descripción			
<p>Los sistemas silvopastoriles (SSP) integran el manejo de árboles y arbustos en la producción ganadera con diferentes tipos de arreglos como son: árboles dispersos en potreros, cercas vivas, silvopastoriles intensivos o bancos mixtos de forraje. Es importante anotar que los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines maderables, frutales, forrajeros o árboles multipropósito, por lo que su práctica brinda alimento y refugio para fauna, facilita la conectividad entre parches de bosques, regula el microclima y contribuye a la retención de humedad del suelo. A su vez, provee de sombra y alimento al ganado, lo que reduce el estrés del animal en condiciones de sequía y aumenta la calidad de la leche y la carne. Teniendo en cuenta la propuesta del documento de Medidas de Adaptación Basada en Ecosistemas (TNC, et al 2019), dentro de los SSP se encuentran los cercos vivos y los setos forrajeros por lo cual se incluirán dentro de esta ficha.</p>			
1. Cercos vivos	2. Setos forrajeros – Bancos mixtos de forraje	3. Árboles dispersos en potreros	4. Barrera rompeviento
<p>Consiste en la siembra o manejo de árboles y arbustos establecidos en reemplazo de postes muertos de madera, cemento u otros materiales. Se establecen a partir de estacas vivas y dependen de podas regulares para aprovechamiento del forraje.</p>	<p>Sistema silvopastoril intensivo lineal compuesto por arbustos forrajeros sembrados en alta densidad. Este arreglo puede ir combinado con el establecimiento de cercas vivas.</p>	<p>Permitir la regeneración natural de árboles y hacer control selectivo para conservar aquellos individuos de valor maderable, que brinden sombrío, frutos y semillas. Se sugieren de 20 a 30 árboles por hectárea.</p>	<p>Las barreras rompevientos son arreglos silvopastoriles utilizadas para disminuir la velocidad</p>

Amenaza e impactos que atiende

La medida contribuye al aumento de la resiliencia de los ecosistemas a partir de la reducción de las presiones asociadas a las actividades de la ganadería de pastoreo. Dichas presiones se traducen en pérdida de biodiversidad, deterioro del suelo, contaminación hídrica y liberación y emisión GEI en invernaderos almacenados. Al implementar medidas silvopastoriles, se reduce la vulnerabilidad de las comunidades locales, no solo porque garantiza el mantenimiento de los servicios ecosistémicos a largo plazo, especialmente los asociados al suelo (producción de alimentos y biomasa, ciclos biogeoquímicos, almacenamiento o fijación de carbono/ agua, etc.), sino porque brinda nuevas alternativas económicas y fortalece de manera sostenible las existentes relacionadas con el sector pecuario.

Servicios ecosistémicos que ayuda a mantener o mejorar

Abastecimiento	Regulación y soporte	Culturales
Forraje Carne Leche Frutos Madera y otros productos no maderables	Captura de CO2 Regulación hídrica Protección de suelos Hábitat para fauna	Identidad y educación Reconstrucción de prácticas Culturales Recuperación de razas criollas Control de plagas Reciclaje de nutrientes

Tabla 12 Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas sistemas agroforestales

CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS POR EL FONDO DE AGUA
<p>Línea de acción : Buenas prácticas Sistemas Agroforestales</p> <p>Objetivo Se clasifican dentro de las herramientas de manejo de paisaje (HMP) y en paisajes originalmente boscosos estos sistemas pueden constituirse en hábitat para las especies más generalistas y en facilitadores de la conectividad para especies que requieren de condiciones boscosas propiamente dichas. Permiten reducir la presión a los parches de bosque y optimizar los cultivos que se desarrollan como por ejemplo el café de sombrero (Zambrano et al, 2009). El objetivo es incrementar la productividad en un sistema diversificado cuyo impacto ambiental es menor al de las técnicas convencionales. En el proceso el sistema se vuelve más resiliente y se promueve el aprovechamiento sustentable de productos agrícolas y forestales. La siembra y trasplante de especies leñosas se realiza con variedades nativas, en su mayoría criadas en viveros (PNUMA, s.f).</p>
<p>Descripción Los árboles en sistemas agroforestales cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua y el viento (Montagnine et al, 1992; Fassbender H.,1993). También pueden modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementan los niveles de materia orgánica), la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio (Yung,1989). El sistema radicular extendido y profundo aumenta el área disponible para captar agua y nutrientes. Además, las formas arbóreas constituyen un mecanismo efectivo de capturar y retener carbono atmosférico (Gutiérrez M.,1995). Por todas estas condiciones los sistemas agroforestales son una opción de uso en los trópicos húmedos, zonas de montaña, zonas subhúmedas y desérticas en su condición de ecosistemas frágiles (Siavosh, et al, 2016).</p>
<p>Se pueden diferenciar 5 grupos de sistemas agroforestales para la producción pecuaria en Colombia: Sistemas Silvopastoriles en ganadería extensiva Plantaciones forestales con pastoreo de ganado Cercos vivos, barreras contra el viento, linderos arborizados, corredores biológicos y espacios para el sombrero de animales. Sistemas Silvopastoriles con manejo de la sucesión vegetal. Sistemas para ganadería intensiva y otras especies animales : Silvopastoriles con alta densidad arbórea, sistemas de corte y acarreo (bancos de proteína puros, policultivos de corte, entre otros.</p>
<p>Amenaza e impactos que atiende Incremento de los depósitos de carbono en el suelo y la vegetación leñosa (Murgueitio et al, 2011). Dependiendo de las especies vegetales suministradas para alimento del ganado es posible la reducción de emisiones de metano. Con respecto a la adaptación es posible multiplicar las prácticas de conservación de suelos, incrementar la cobertura vegetal de árboles, arbustos, pastos y arvenses. Por último, a través de este tipo de sistemas se mejoran las condiciones de los animales, lo que representa incrementos en la producción de leche y carne generando beneficios para las comunidades. (Murgueitio et al, 2013).</p>
<p>* Con respecto a los servicios ecosistémicos que atiende son los mismos que la ficha de Sistemas Silvopastoriles</p> <p>** Tenencia de la tierra igual que para la línea de restauración de ecosistemas naturales</p>

Tabla 13 Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas renovación de praderas

CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS POR EL FONDO DE AGUA		
Línea de acción: Buenas prácticas renovación de praderas		
Objetivo Recuperar la capacidad de producción de forraje e incrementar la capacidad de carga de los potreros, trayendo consigo el mejoramiento de la producción de carne o leche de un animal. Esta actividad se realiza a través de la implementación de acciones que permitirán mejorar algunas propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo (Cuencaverde, 2020).		
Descripción Dependiendo del estado de degradación de la pradera se realizan las actividades que se requieran para contribuir a su recuperación, por ejemplo, aumento de volumen, determinación de las asociaciones para aumentar calidad y cantidad, establecer el requerimiento de maquinaria, determinación de las semillas requeridas. Posterior a la renovación, será necesario planificar nuevas estrategias de pastoreo que permitan el desarrollo de la pastura, por ejemplo, rotación de		
Amenaza e impactos que atiende La renovación de praderas promueve un mejor crecimiento de biomasa sin perder la calidad con una fertilización controlada, usando mecanismos en los mismos que promuevan una mayor asimilación de los nutrientes por parte de las plantas, de esta forma se contribuye a la generación de menores emisiones de gas metano y óxido nitroso por finca, por otro lado, al mejorar la alimentación de los animales, se incrementarán los valores de conversión alimenticia, de ganancia de peso, de producción y picos lecheros y de parámetros reproductivos (entre otras) permitiendo una mejora económica para los productores (Garzon, A, 2011).		
Servicios ecosistémicos que ayuda a mantener o mejorar		
Abastecimiento	Regulación y soporte	Culturales
Forraje Carne Leche	Captura de CO2 Óxido nitroso Regulación hídrica Protección de suelos	Identidad y educación Reconstrucción de prácticas Culturales Control de plagas Reciclaje de nutrientes
** Tenencia de la tierra igual que para la línea de restauración de ecosistemas naturales		

Tabla 14 Caracterización de las acciones que realiza la Corporación Cuencaverde buenas prácticas huertas agroecológicas

CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS POR EL FONDO DE AGUA								
<p>Línea de acción: Buenas prácticas huertas agroecológicas</p> <p>Objetivo Contribuir a los medios de vida locales a través de la generación, recuperación o fortalecimiento de espacios productivos agroecológicos y resilientes, al aumentar la agrobiodiversidad e ingesta en la dieta. Esta contribuye al aumento de la capacidad adaptativa comunitaria, específicamente en la seguridad y soberanía alimentaria local frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos, como sequías e inundaciones asociados a variabilidad o cambio climático (TNC, et al., 2019).</p>								
<p>Descripción La huerta agroecológica es una estrategia para la producción de hortalizas con enfoque comercial o autoconsumo que combina dos modelos tecnológicos con la implementación de 7 microtúneles y el sistema de riego por goteo para dichos microtúneles, además, se complementa con el suministro de semillas, biopreparados y abonos orgánicos; la combinación de estos diseños y suministros constituyen al cumplimiento de algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible, tales como conservación de suelos, uso eficiente del agua, nutrición orgánica y mineral con fuentes limpias y de baja huella ecológica, además contribuye a la productividad y rentabilidad del sistema productivo(Cuencaverde, 2020).</p>								
<p>Amenaza e impactos que atiende</p> <p>Principal: Desabastecimiento de alimentos La seguridad alimentaria y el suministro hídrico son los factores de mayor vulnerabilidad al cambio climático en el país (IDEAM <i>et al.</i>, 2017), con consecuencias significativas sobre los medios de vida de las personas que dependen de la agricultura como medio de producción y sistema de abastecimiento de alimentos con alto aporte nutricional (TNC, et al., 2019).</p>								
<p>Servicios ecosistémicos que ayuda a mantener o mejorar</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Abastecimiento</th> <th>Regulación y soporte</th> <th>Culturales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alimentos de origen vegetal Especies vegetales medicinales Agua</td> <td>Regulación climática Control de erosión y ciclaje de nutrientes Polinización y control biológico</td> <td>Identidad socioecológica y cultural Conocimiento</td> </tr> </tbody> </table>			Abastecimiento	Regulación y soporte	Culturales	Alimentos de origen vegetal Especies vegetales medicinales Agua	Regulación climática Control de erosión y ciclaje de nutrientes Polinización y control biológico	Identidad socioecológica y cultural Conocimiento
Abastecimiento	Regulación y soporte	Culturales						
Alimentos de origen vegetal Especies vegetales medicinales Agua	Regulación climática Control de erosión y ciclaje de nutrientes Polinización y control biológico	Identidad socioecológica y cultural Conocimiento						
<p>** Tenencia de la tierra igual que para la línea de restauración de ecosistemas naturales</p>								

6. Revisión sistemática de normativas, políticas, planes, programas nacionales y regionales de cambio climático.

El objetivo que debe guiar el desarrollo de políticas públicas en lo que refiere a la adaptación al cambio climático y la conservación de la biodiversidad debería estar enfocado en responder de forma apropiada a las amenazas del cambio climático y disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas y la población. Para ello, es fundamental orientar la gestión pública hacia la adaptación al cambio global, articulando de manera coherente la acción de los diferentes sectores en un territorio definido (Andrade & Vides, 2010).

Por otro lado, FEBA (2017) desde la Adaptación Basada en Ecosistemas, establece un marco de evaluación para determinar qué tan sólida es una iniciativa AbE determinada y entre los cinco criterios que establecen se tiene la articulación o incorporación con políticas e instrumentos que persigue identificar las políticas o planes de cambio climáticos y su articulación con las autoridades encargadas además de promover el involucramiento y compromiso de múltiples actores y múltiples sectores como el privado y la sociedad civil entre otros.

La necesidad de articulación y armonización de las acciones que realiza el Fondo de Agua radica en la respuesta ante las amenazas que representan los cambios en el sistema climático en la región. A través de la Política Nacional de Cambio Climático, tratados internacionales, planes y programas políticos regionales con incidencia local se han determinado dichas amenazas, por lo que las acciones del Fondo deberán sintonizarse con éstas de tal manera que se permitan atender principalmente los riesgos relacionados con la provisión, disponibilidad y calidad del agua dulce que constituyen la columna vertebral del fondo y su principal razón de creación y desarrollo.

Con el propósito de comprender la importancia de sumar a las metas locales, regionales y por ende nacionales, se presentará el análisis de la normatividad existente y cómo el que hacer del Fondo puede aportar a estas, de tal manera que sus acciones tengan el impacto esperado en términos climáticos más allá de solamente establecerse como acciones de conservación.

6.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

Entró en vigor en marzo de 1994 y fue firmada por los 33 países de América Latina y el Caribe con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. La Convención establece un marco general para los esfuerzos intergubernamentales para hacer frente los desafíos provocados por el cambio climático.

Colombia aprobó la Convención, mediante la expedición de la Ley 164 de 1994, con el ánimo de buscar alternativas que le permitieran adelantar acciones para abordar la compleja problemática del cambio climático. La ratificación de este instrumento implica el cumplimiento por parte de Colombia de los compromisos adquiridos, de acuerdo con el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y en consideración al carácter específico de sus prioridades nacionales de desarrollo.

Entre los principios de la Convención adoptados por la Ley 164 de 1994 se tiene la toma de medidas para la precaución, prevención o reducción al mínimo de las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos.

6.2 Acuerdo de París

Ratificado por Colombia en el año 2018, busca evitar que el incremento de la temperatura media global del planeta supere los 2 °C respecto a los niveles preindustriales, y promueve esfuerzos adicionales que hagan posible que no supere los 1,5 °C. Además, el Acuerdo busca reforzar la habilidad para hacer frente a los impactos del cambio climático, es decir, la adaptación.

A lo largo de los artículos del acuerdo, se establecen lineamientos para cumplir con los objetivos propuestos relacionados con mitigación y adaptación; establece las Contribuciones Nacionales Determinadas que constituyen los esfuerzos a escala nacional para afrontar el desafío climático mundial.

En términos de adaptación, el artículo 7 menciona que la adaptación es un desafío mundial que incumbe a todos, con dimensiones locales, subnacionales, nacionales, regionales e internacionales, y que es un componente fundamental de la respuesta mundial a largo plazo frente al cambio climático y contribuye a esa respuesta, cuyo fin es proteger a las personas, los medios de vida y los ecosistemas, teniendo en cuenta las necesidades urgentes e inmediatas de las Partes que son países en desarrollo particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático.

El Acuerdo insta a las naciones a emprender procesos de planificación de la adaptación y adoptar medidas, iniciativas y esfuerzos de adaptación, realizar la evaluación de los efectos del cambio climático con el fin de formular medidas prioritarias a escala nacional teniendo en cuenta las personas, los lugares y los ecosistemas vulnerables.

6.3 Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional Colombia

Derivados del Acuerdo de París se establecieron las NDC, las cuales deberán ser actualizadas de manera quinquenal y que en términos de adaptación y mitigación para el país representan:

6.3.1 Mitigación:

La NDC que Colombia sometió en 2015 incluía una meta de reducción de emisiones del 20% en 2030 (cerca de 67 Mt CO₂e por año) con respecto a las emisiones de línea base del año 2010. El país también propuso una meta de reducción de emisiones de 30% condicionada a la provisión de apoyo internacional. Los sectores priorizados incluyen AFOLU, transporte, energía, vivienda, salud, comercio, turismo, industria y áreas naturales protegidas. Colombia explorará el uso de instrumentos de mercado que garanticen los principios de transparencia e integridad ambiental y que resulten en una mitigación real, permanente, adicional, verificable y evitando la doble contabilidad de emisiones (Comisión Europea, 2019). A finales

del año 2020 el país sometió la actualización de su NDC que incluyó un incremento en la ambición de reducción de emisiones a 51%, lo cual corresponde a una reducción de cerca de 183 Mt CO₂e por año en 2030.

6.3.2 Adaptación

Se definió que el país enfocará sus esfuerzos a 2030 en articulación con otras metas globales que aportan al aumento de resiliencia, como las del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), la Agenda de Desarrollo a 2030, la Convención de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y el Marco de Acción de Sendai 2015-2030, en las diferentes líneas estratégicas (MADS, 2018):

- 100% del territorio nacional con planes de cambio climático.
- Un sistema nacional de indicadores de adaptación
- 10 gremios del sector agrícola con capacidad de adaptarse
- 6 sectores prioritarios de la economía estarán implementando acciones de adaptación innovadoras.
- Delimitación y protección de los 36 complejos de páramos.
- Inclusión de las consideraciones de cambio climático en proyectos de interés nacional estratégico.
- Aumentar en más de 2,5 millones de hectáreas la cobertura de áreas protegidas.
- Fortalecimiento de la estrategia de educación a públicos sobre cambio climático.
- Las cuencas prioritarias contarán con instrumentos de manejo con consideraciones de variabilidad y cambio climático.
- 15 departamentos del país participando en las mesas técnicas agroclimáticas y 1 millón de productores recibiendo información agroclimática.

6.4 Política Nacional de Cambio Climático

Tiene como objetivo general incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera.

Teniendo en cuenta los objetivos de adaptación y mitigación, la política incluye dentro de sus objetivos específicos, *orientar la gestión del cambio climático al manejo y conservación de los ecosistemas y sus servicios ambientales, con el fin de que se obtengan objetivos sinérgicos con la disminución de la vulnerabilidad de la población y de sus actividades económicas.*

Entre las líneas estratégicas que menciona la política, resalta la relacionada con manejo y conservación de ecosistemas como una variable clave para generar resiliencia ante el cambio climático y disminución de GEI. A través del desarrollo de líneas de acción cada estrategia presenta el mecanismo para lograr los objetivos planteados, es así como y en relación con los lineamientos establecidos se tiene prioridades y sinergias entre mitigación de GEI y adaptación y enfoque ecosistémico en relación con el trabajo que realiza el Fondo.

Con el propósito de lograr los objetivos planteados, la política establece 4 líneas estratégicas que promueven la intervención directa y concreta tanto de las entidades del gobierno como

de los sectores económicos, así como de los *sectores privados y la sociedad civil en calidad de responsables de su implementación*;

1. Planificación de la gestión del cambio climático.
2. Educación, formación y sensibilización de públicos.
3. Información, ciencia, tecnología de la información.
4. Financiación e instrumentos económicos.

Las líneas estratégicas a su vez determinan los instrumentos para su ejecución, para el caso de análisis relacionado con el Fondo se incluirán los que correspondan según su trabajo;

Para la línea 1 relacionada con planificación de la gestión, se tienen las Contribuciones Nacionales Determinadas (ver ítem NDC Colombia). Por otro lado, están las estrategias nacionales de cambio climático que responden a temas de mitigación; la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) la cual es un programa que involucra la planeación del desarrollo a corto, mediano y largo plazo que pretende desligar el crecimiento económico nacional de incremento de las emisiones GEI, logrando maximizar la carbono- eficiencia de las actividades económicas nacionales (MADS, 2018).

La Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Evitada (ENREDD), tiene por objetivo reducir las emisiones de dióxido de carbono producidas por la deforestación y degradación de los bosques y, a su vez, conservar y mejorar los servicios que prestan los bosques y el desarrollo de las comunidades que los habitan o dependen de estos (MADS, 2018).

Esta estrategia propone a su vez unas líneas de trabajo:

- Manejo comunitario del territorio, modos de vida y economías diferenciadas basadas en el bosque natural.
- Acción integrada para el cierre de la frontera agropecuaria y transformación de la economía forestal.
- Gestión transectorial del ordenamiento ambiental y territorial.
- Monitoreo y control permanente.
- Creación de herramientas legales, financieras e institucionales

Una estrategia complementaria consignada en el documento CONPES 3700 cuya importancia radica en que soporta los temas relacionados con Adaptación, es el Plan Nacional de Riesgo de Desastres que propone *reducir el riesgo de desastres y los efectos asociados a pérdidas y daños derivados de la ocurrencia de eventos climáticos e hídricos con posibles aumentos en intensidades y recurrencias de futuros eventos extremos exacerbados por los efectos del calentamiento global. En general, se encuentra que [algunos de] los efectos del cambio climático [...] exacerbaban las intensidades de los fenómenos amenazantes naturales y socio-naturales derivados y asociados con los agentes meteorológicos.*

El país inicia en 2012 su estrategia de adaptación al cambio climático con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), cuyo objetivo es apoyar la preparación del país para enfrentar eventos climáticos extremos y la transformación gradual climática. Orienta la

formulación de programas y proyectos prioritarios, así como el fortalecimiento de acciones ya emprendidas pero que requieren considerar las variables climáticas en su planeamiento y ejecución, con el propósito de reducir las consecuencias negativas en el largo plazo para las poblaciones, el sector productivo y los ecosistemas, así como identificar y beneficiarse de cambios en el territorio (MADS, 2018).

Es importante destacar del PNACC, que brinda las pautas para la incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación ambiental, territorial y sectorial. También, el estado ha desarrollado instrumentos como las bases conceptuales y lineamientos, hoja de ruta para la formulación de planes de adaptación, líneas de acción prioritarias y una guía de adaptación basada en comunidades.

6.5 Sistema Nacional de Cambio Climático (Sisclima)

Por medio del Decreto 298 de 2016 se establece el Sistema Nacional de Cambio Climático (Sisclima) con el fin de *coordinar, articular, formular, hacer seguimiento y evaluar las políticas, normas, estrategias, planes, programas, proyectos, acciones y medidas en materia de adaptación al Cambio Climático y mitigación de GEI cuyo carácter intrasectorial y transversal implica la necesaria participación y corresponsabilidad de las entidades públicas del orden nacional, departamental, municipal o distrital así como de las entidades privadas o sin ánimo de lucro como el caso del Fondo de Medellín* (MADS, 2018).

6.6 Otros instrumentos de política de origen internacional con incidencia local

Existen otros instrumentos de política a los que Colombia se ha comprometido y que ratifica mediante normativas, los cuales a través de diferentes enfoques como el manejo de humedales o la reducción de desastres atienden de alguna u otra manera temas climáticos por ello se incluyen.

6.6.1 Convenio de Diversidad Biológica (CDB)

Por medio de la Ley 165 de 1994 el país se hace miembro del CDB el cual tiene 3 objetivos:

- Conservación de la biodiversidad.
- Uso sostenible de la biodiversidad.
- Participación justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de la biodiversidad.

6.6.2 Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación.

Adoptada por Colombia en 1994 por medio del Plan Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAN) se establecen lineamientos para afrontar la degradación de los suelos y sus consecuencias en las dimensiones ambientales, sociales y económicas (MADS, 2018).

6.6.3 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

Adoptada por Colombia a través de la Ley 17 de 1981 tiene como objetivo propender al control y preservación de la fauna y la flora sometidas a comercio internacional vulnerables a la sobreexplotación y extinción (MADS, 2018).

6.6.4 Convención RAMSAR

El objetivo principal es la conservación y uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales por medio de la cooperación internacional como contribución al logro del Desarrollo Sostenible Mundial. El país adoptó la Convención a partir de 1998 (MADS, 2018).

6.6.5 Marco de Sendai

Colombia adoptó este marco en 2015 con el propósito de prevenir la creación de nuevos riesgos de desastres y reducir los ya existentes a través de la implementación de medidas integrales e inclusivas de tipo económico *legal, social, de salud, cultural, educativo, ambiental, tecnológico, político e institucional, que prevengan y reduzcan la exposición a los peligros y la vulnerabilidad ante los desastres, aumenten la preparación para respuesta y recuperación, y así fortalezcan la resiliencia* (MADS, 2018).

A continuación (Tabla 15), se determina por tipo de instrumento normativo la información más relevante que se recomienda sea analizada por parte del Fondo al realizar las acciones de implementación, de tal manera que se identifiquen y conozcan los aspectos que pueden generar los cambios en el sistema climático a escala municipal.

Tabla 15 Instrumentos normativos del orden Nacional de Cambio Climático y principales aspectos a ser tenidos en cuenta por el Fondo.

Tipo de instrumento	Propósito	Información a tener en cuenta por el Fondo	Comentarios
Ley 164 de 1994 Adopta la CMNUCC	Artículo 2: Lograr la estabilización de las concentraciones de GEI a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Permitiendo que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.	Estimula a la participación de sectores incluyendo las Ong. Puede contribuir a los inventarios nacionales de emisiones. Fomentar medidas de mitigación de GEI. Facilitar la adaptación al cambio climático.	El carácter de lo dispuesto es del orden nacional y determinado por la Convención Internacional donde se reconoce que países con ecosistemas montañosos frágiles son particularmente vulnerables al cambio climático.
Decreto 298 de 2016	Artículo 1: Establece el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), que coordina, evalúa... Las políticas, planes, programas proyectos...en materia de adaptación y mitigación de carácter público nacional... así como entidades sin ánimo de lucro.	Articula las iniciativas privadas relacionadas con cambio climático. Promueve la implementación de medidas de adaptación y mitigación.	Se crean los nodos regionales de cambio climático, hay uno para el departamento de Antioquia como instancia regional que apoya la implementación de proyectos en el tema climático.
Ley 1931 de 2018 Ley de Cambio Climático	Artículo 1: Establecer las directrices para la gestión del Cambio Climático en las decisiones de las personas públicas y privadas ... principalmente en las acciones de adaptación, así como mitigación de GEI con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país.	Las entidades privadas deben adoptar medidas para prevenir riesgos y reducir la vulnerabilidad frente a las amenazas del cambio climático. Se debe contribuir a los compromisos adquiridos por el país. Las entidades con incidencia en el desarrollo territorial deberán consultar los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático territoriales (PIGCCT) para definir sus medidas de mitigación y adaptación.	Es importante tener en cuenta los sistemas nacionales de información sobre cambio climático los cuales proveen los datos e información relacionadas con el tema.

Tipo de instrumento	Propósito	Información para tener en cuenta por el Fondo	Comentarios
Política Nacional de Cambio Climático	Incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera.	ECDBC a través del Plan sectorial de mitigación para el sector de agricultura y desarrollo rural. ENREDD a través de estrategias como fortalecimiento de las comunidades para la gestión de los bosques, desarrollo de instrumentos económicos como PSA, mercados verdes y promoción de prácticas sostenibles proporciona lineamientos para frenar los motores de deforestación nacional.	La política establece las estrategias que dan lineamientos en temas de adaptación y mitigación. Se destaca el PNACC que proporciona directrices en cuanto a proyectos que estén en marcha como el caso de Cuencaverde
Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático	En el marco de la TCNCC, se presenta el análisis de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático con el objetivo de brindar insumos para la implementación de medidas de adaptación.	Presenta la información a escala municipal. La biodiversidad y recurso hídrico tienen valores de riesgo y vulnerabilidad altos y en lo que respecta a capacidad adaptativa está categorizada como alta.	El análisis dispone de las capas cartográficas y archivos excel donde determina por 5 dimensiones (seguridad alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad, salud, hábitat humano e infraestructura) las categorías de riesgo, amenaza, vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad adaptativa para el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Instrumentos normativos del orden Regional de Cambio Climático y principales aspectos a ser tenidos en cuenta por el Fondo.

Tipo de instrumento	Propósito	Información a tener en cuenta por el Fondo	Comentarios
Plan integral de gestión cambio climático de Antioquia (PIGCCA)	Constituir una guía para dar respuesta a los desafíos del cambio climático en el territorio y coordinar las acciones territoriales e intersectoriales de mitigación y adaptación, reconociendo las particularidades de las nueve subregiones del Departamento.	Antioquia ocupa el tercer puesto a nivel nacional en emisiones netas (emisiones y absorciones) de GEI Establece 66 medidas de adaptación y mitigación que responden a 5 líneas estratégicas entre ellas la relacionada con desarrollo agropecuario resiliente Gran parte de las emisiones GEI están relacionadas con cambios en el paisaje natural (deforestación, aumento en la frontera agropecuaria).	El departamento cuenta con el mayor número de cabezas de ganado (2.632.125, Fedegan, 2017). Diferentes propietarios que tienen acuerdos de conservación con el Fondo son ganaderos. Como consecuencia del fenómeno de la Niña 2010-2011 se presentaron pérdidas económicas evaluadas en más de 88.000 mil millones de pesos y aproximadamente 170.000 personas afectadas.
Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (PAC&VC) 2019 - 2030	Establece las acciones a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo para la mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la adaptación frente al cambio y variabilidad climática.	Prioriza medidas de mitigación relacionadas con gestión de tierras de cultivo, ganado y pastizales entre las primeras para el área. Realiza estimación de emisiones para el sector agropecuario (49 CO2 eq (Gg)) y forestal (15 CO2 eq (Gg)). Con respecto a adaptación establece un programa de restauración o conservación de ecosistemas, programa de saneamiento y programa para la actualización periódica del estado de variables hidroclimatológicas y bióticas.	La región es directamente influenciada por cambios en los patrones espaciotemporales de precipitación, la disponibilidad de agua y las condiciones ecológicas para los ecosistemas dependen de la variabilidad de la precipitación. Prioriza sinergias entre mitigación y adaptación.
Plan Regional para el Cambio Climático en la Jurisdicción de Corantioquia (PRCC)	Establece un diagnóstico inicial con causas y consecuencias del cambio climático en la región, evalúa la vulnerabilidad en el territorio y presenta una estimación de GEI, presenta en un horizonte de planificación (2018-2040) ejes temáticos, líneas estratégicas y programas para implementación del plan.	Análisis de los cambios esperados en precipitación y temperatura regional. Establece eventos hidrometeorológicos por oficina territorial que se pueden tener en cuenta para la planeación de acciones. Establece criterios para la vulnerabilidad ambiental como deforestación. Realiza la estimación de emisiones, captura y balance de Gg de CO2 para el sector AFOLU.	Determina tasas de captura de GEI por municipios y estimaciones por cultivos desarrollados en la zona como café, aguacate, entre otros. Con respecto a la ganadería que corresponde al sector con más aportaciones realiza estimaciones por tipo de beneficio sea leche o cárnicos por tipo de animal.
Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño (Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales PIGCCT Jurisdicción CORNARE)(WWF & Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los Rios Negro y Nare, 2017).	Establece un plan de largo plazo con el fin de orientar el desarrollo de la región de forma compatible con el clima futuro y aproveche las oportunidades para generar un crecimiento verde. Esto basado en las ventajas comparativas que tiene la región relacionada por ejemplo con la alta productividad de sus suelos.	Establece variables de precipitación y temperatura en el período 2041-2070, lo mayores cambios se darán en el extremo oriental en los municipios de El Retiro, La Ceja y La Unión, área de influencia del fondo entre otros. Establece un perfil de emisiones por municipio. El desarrollo del plan incluye 23 proyectos, relacionados por ejemplo con la conservación de los ecosistemas y sus servicios de manera especial la regulación, conservación y provisión de agua	Establece una hoja de ruta en el corto, largo y mediano plazo para las acciones para generar un crecimiento verde. El eje principal de la estructuración del plan es la gestión integral del agua. Establece fichas de perfiles de proyectos que incluyen metas, actores, costos e indicadores. Establece un comité de crecimiento verde donde participa EPM asociado del Fondo de Agua.

Con respecto a los instrumentos y normativas que brindan lineamientos en la escala municipal (Tabla 12), de acuerdo con el MADS 2020, estos planes abarcan acciones aplicables a los municipios de su jurisdicción. Sin embargo, para los municipios jurisdicción de Cornare entre los que se encuentran El Retiro, La Ceja y la Unión (área del Fondo de Agua) hay planes municipales en formulación.

A continuación, se muestra un esquema de las disposiciones normativas en los diferentes niveles con incidencia regional que permite comprender como se organizan el marco regulatorio al que responden los planes mencionados:

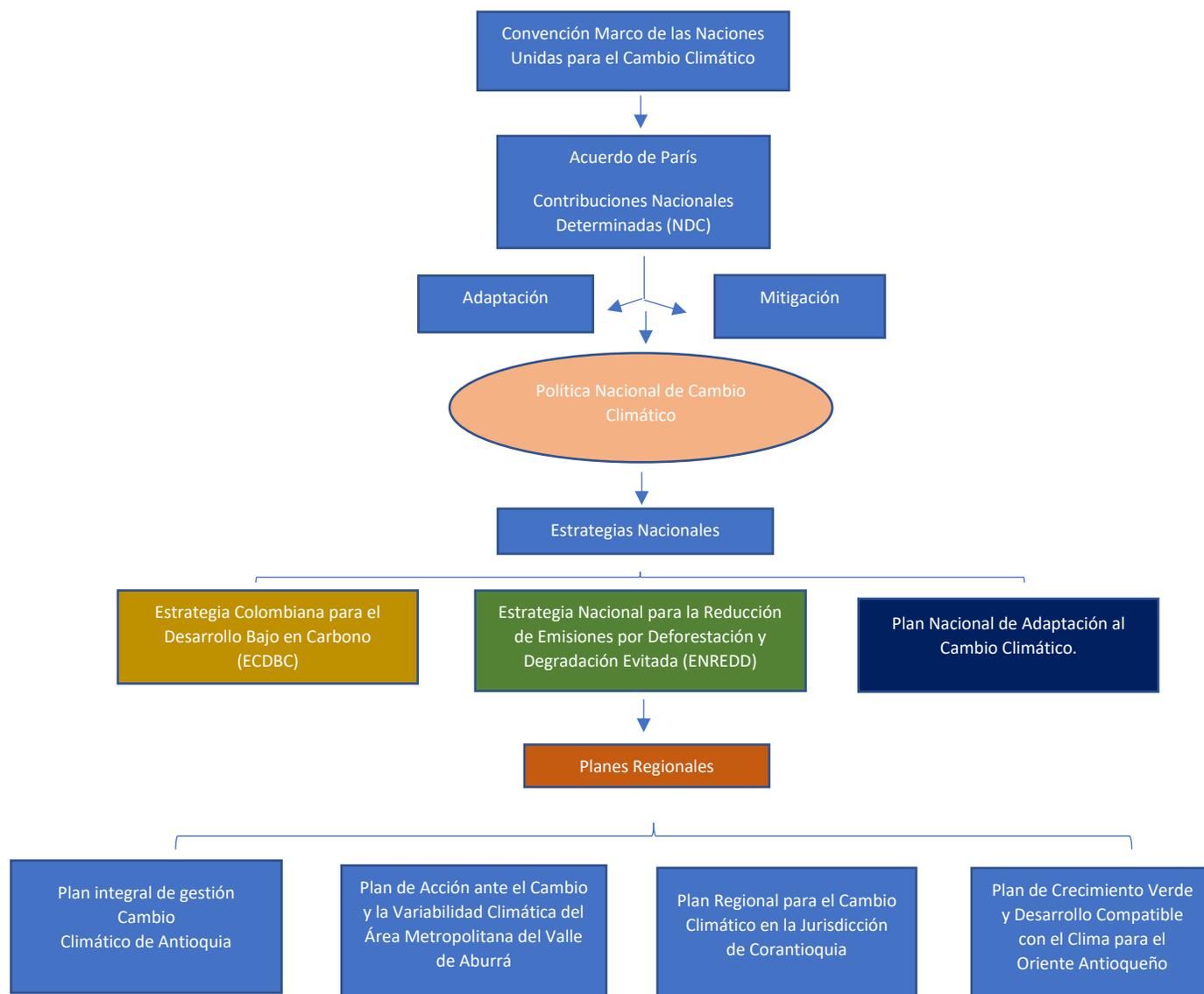


Figura 2 Organización de las normativas relacionadas con Cambio Climático que brindan lineamientos a escala local.

Fuente: Elaboración propia.

Los planes regionales se articulan con otros instrumentos de planificación con el propósito de fortalecer la gestión y el ordenamiento territorial, entre los que se encuentran el Plan de Gestión

Ambiental Regional 2014-2032, Plan de Desarrollo Departamental, los Planes de Ordenamiento Territorial y los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS) y por supuesto los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático que existen en Antioquia.

7 Mapa de actores

Dado que los esfuerzos por atender los temas relacionados con Cambio Climático tienen origen internacional con incidencia nacional y local (esquema 1), y que sus lineamientos han sido adoptados a través de diferentes planes, programas y proyectos se considera oportuno identificar los entes gubernamentales, las organizaciones civiles, la academia y organizaciones privadas que contribuyen por medio de sus actividades a temas de adaptación y mitigación (Tabla 15). A continuación, se señalan algunos de los actores que trabajan y han contribuido con este tema:

Tabla 17 Mapa de actores importantes relacionados con Cambio climático y seguridad hídrica para el Fondo de Agua.

Nacional	Relacionado con Cambio Climático
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	Por medio de la política Nacional de Cambio Climático tiene el propósito de articular los esfuerzos nacionales a través de la ECBDC, REDD+ y la PNACC. A través del Sistema Nacional de Cambio Climático (Sisclima) coordina y articula las medidas de reducción de GEI y adaptación, a través de este sistema se crearon los Nodos Regionales de Cambio Climático como apoyo regional a la implementación de las estrategias. En 2017 se conforma el Nudo Antioquia.
Departamento Nacional de Planeación (DNP)	El DNP, es de carácter técnico y se encarga de dirigir, coordinar y otorgar al Gobierno la información adecuada para la toma de decisiones. Cuenta con una agenda de investigación a largo plazo denominada estudio de impactos económicos de Cambio Climático para Colombia. Articula información de diferentes áreas para analizar los impactos económicos del Cambio Climático y genera recomendaciones al respecto.
Local	
Empresas Públicas de Medellín (EPM)	Es la empresa que agrupa la prestación de los servicios públicos a nivel departamental en varios municipios. Es uno de los principales aportantes del Fondo de Agua y dado su interés en temas de seguridad hídrica corresponde a uno de los actores fundamentales del Fondo.
Corporaciones Autónomas Regionales CORNARE - CORANTIOQUIA	Están encargadas de la administración ambiental en sus zonas de jurisdicción y de los recursos naturales renovables, de conformidad con las políticas y disposiciones legales que establezca el MADS. CORNARE es uno de los asociados del Fondo, cada Autoridad Ambiental tiene sus planes regionales de Cambio Climático.
Iniciativa privada y otros (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, 2020)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundación Nutresa ▪ Fundación Argos ▪ CAMACOL Antioquia (asociación gremial sin ánimo de lucro, que agrupa y representa a las empresas y entidades de la cadena productiva de la construcción) ▪ Banco Interamericano de Desarrollo (BID) 	

- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI Antioquia)
- Asociación Hotelera y Turística de Colombia (COTELCO)
- Cooperativa de Lácteos de Antioquia (COLANTA)
- Cooperativa de Caficultores del Occidente de Antioquia
- Fundación FEMSA
- Corporación Ambiental Empresarial (CAEM)
- Grupo NW S.A.S
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- Ecopetrol
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
- Fundación Citi Colombia (Citibank)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD Colombia
- ONU-Hábitat

Sociedad Civil:

- The Nature Conservancy (TNC) – Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua.
- Fundación Red de Árboles
- Wildlife Conservation Society Colombia
- Fundación al Verde Vivo
- Conservación Internacional Colombia
- Fundación Santo Domingo
- World Wildlife Fund (WWF)

Academia:

De la Universidad Nacional de Colombia:

- Instituto de Ciencias Naturales
- Instituto del Agua
- Instituto de Estudios Urbanos

Universidad de Antioquia

- Corporación Académica Ambiental
- Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental (GIGA)

Universidad EAFIT

- Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam)

Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA)

El Fondo de Agua además por su constitución cuenta con diversos asociados y aliados que a través de sus contribuciones permiten materializar las acciones en el territorio, entre éstos además de los mencionados en la tabla anterior se tienen;

• **Asociados:**

Grupo Nutresa
Gaseosas Posada Tobón
Alcaldía de Medellín
Grupo Argos

• **Aliados:**

Unión Europea
Gobernación de Antioquia
Colanta
Grupo Familia
Fundación EPM
Alcaldía El Retiro

Universidad CES
 Fondo Acción
 Mundo Verde
 Contreebute
 Grupo HTM
 El tesoro Parque Comercial
 Syngenta
 PorkColombia
 Sumicol

A continuación, se sintetizan los actores vinculados de alguna manera con el fondo de agua:

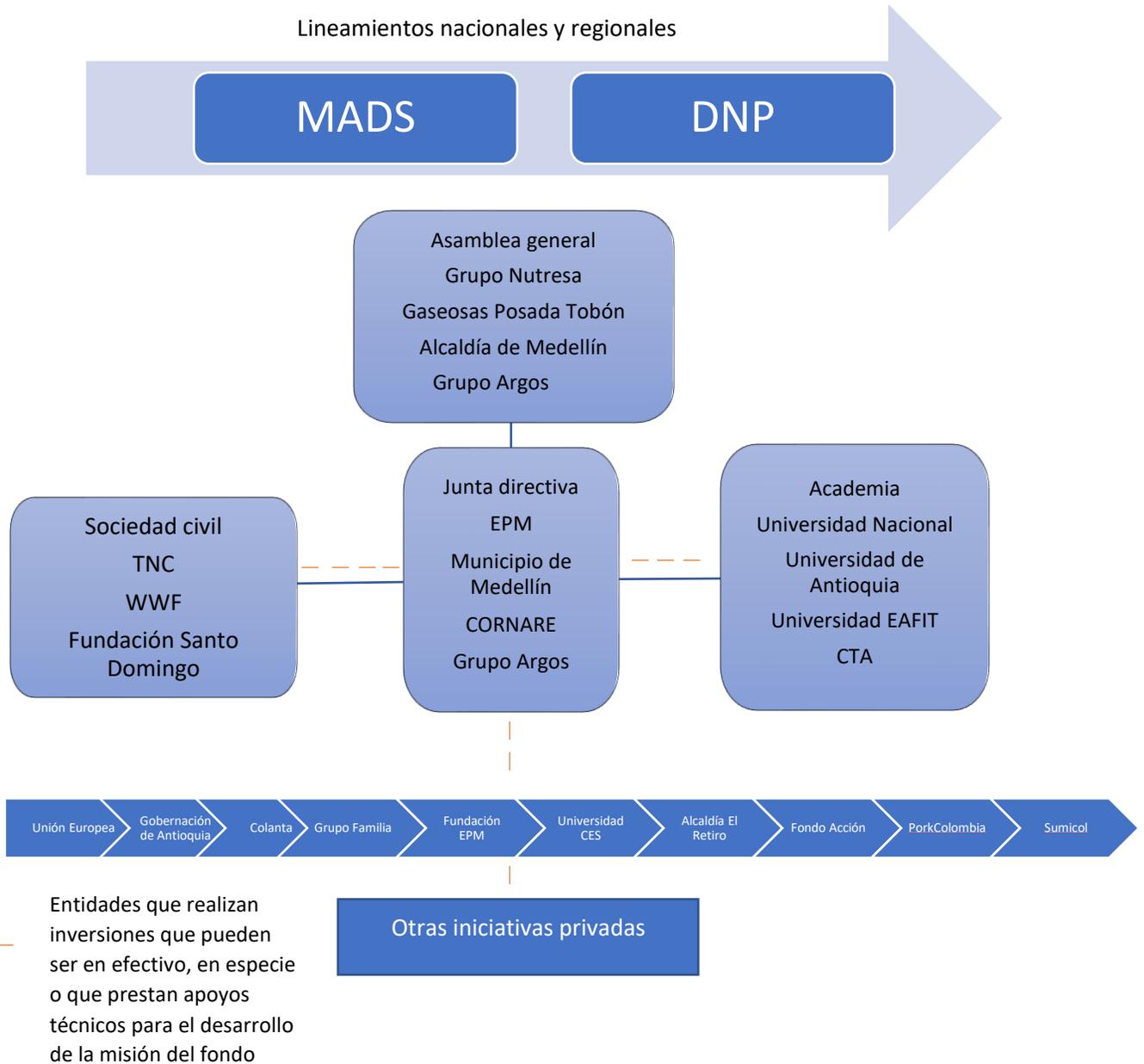


Figura. 1 Diagrama de actores relacionados con el fondo de Agua

Fuente: Elaboración propia

8. Metodología

8.1 Enfoque metodológico

Para el logro de los objetivos propuestos se utilizó principalmente el método analítico, *entiéndase el análisis como la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos* (Echavarría et al., s/f). Este enfoque permitió identificar desde la experiencia de trabajo de la autora con el Fondo, cada una de las acciones de este, y los cambios que le han permitido dinamizar sus estrategias de acción a partir de la experiencia y lecciones aprendidas.

Por medio de la recolección de información secundaria, su análisis, contacto directo con personal técnico del Fondo y algunos actores que tienen acuerdos de conservación firmados con Cuencaverde se realizó una aproximación a la evaluación de las acciones que ha realizado el Fondo incluyendo datos desde las etapas de prefactibilidad de Fondo antes de su creación es decir desde el año 2013.

8.2 Actores clave

Los actores clave involucrados se definieron en función de las labores que desarrolla el Fondo y que tienen relación con temas de cambio climático.

El actor principal es el Fondo de Agua que por su naturaleza incluye otros actores de los sectores público y privado, además de la sociedad civil.

8.3 Instrumentos metodológicos

A continuación, se presenta un resumen de los instrumentos metodológicos empleados y su relación con los objetivos y resultados esperados del estudio.

Tabla 18 Instrumentos metodológicos

Objetivos	Herramientas metodológicas	Resultados
<p>Analizar el impacto de las actividades que ha desarrollado el Fondo de Agua en las comunidades humanas locales y su contribución a la implementación de los planes regionales y nacionales de cambio climático desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos que prestan.</p>	<p>Herramientas SIG. Contacto con el equipo técnico del Fondo de Agua. Elaboración de fichas descriptivas resumen de acciones. Revisión sistemática de literatura.</p>	<p>Impacto de las actividades desarrolladas por el Fondo y su contribución a los instrumentos de cambio climático locales, regionales y nacionales.</p>
<p>Identificar las sinergias entre las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático producto de las actividades desarrolladas por el fondo y cuál ha sido su desempeño.</p>	<p>Matrices de evaluación según metodología para la implementación de las medidas de sinergia entre adaptación y mitigación (SAM) (Medellín et al, 2018). Análisis de las acciones implementadas por el Fondo con enfoque SAM.</p>	<p>Matriz con las sinergias entre medidas. Evaluación cualitativa de desempeño de las acciones en referencia a las SAM.</p>
<p>Estimar el potencial de mitigación de GEI de las actividades implementadas por el Fondo de Agua en línea con las NDC.</p>	<p>Cartografía base de los análisis de cambio climático para Colombia. Herramienta SIG. Contacto permanente con personal técnico del fondo.</p>	<p>Potencial de mitigación para el área de influencia del Fondo.</p>

8.3.1 Análisis sistemático de información secundaria

La relación laboral de la autora con el equipo de Cuencaverde y TNC, permitió de la mano de los equipos que trabajan los temas relacionados, conocer y analizar en primera instancia la legislación relacionada con cambio climático y que aspectos son relevantes para el trabajo que realiza en Fondo en el territorio.

Así mismo, se realizó una revisión de documentación de fuentes secundarias relacionadas con la guía metodológica que brinda información sobre temas de adaptación basada en ecosistemas, artículos científicos y documentos expedidos por el IPCC con el propósito de aportar al contexto del área del Fondo en relación con el cambio climático.

A partir de las capas cartográficas generadas en la TCNCC se realizaron los análisis correspondientes a riesgo y vulnerabilidad para el área del Fondo.

La información requerida para estimar el potencial de mitigación de las actividades que ha implementado el Fondo fue obtenida mediante las siguientes fuentes:

Reuniones e intercambio de información con el personal técnico del fondo, en el marco de la construcción del documento *Nota Idea de Proyecto* cuyo objetivo está relacionado con una aproximación a la estimación de carbono en suelos. Este documento fue financiado por TNC en el marco del fortalecimiento del Fondo de Agua con el propósito de iniciar el proceso para la certificación de carbono a futuro.

- Información brindada por TNC, como la capa cartográfica de estimación de reserva de carbono en bosques naturales generada por el Ideam.

8.3.2 Uso de información espacial para la identificación espacial del impacto de las actividades implementadas por el Fondo

Los procedimientos cartográficos se realizaron haciendo uso del software ArcGIS® v 10.5 de Esri. ArcGIS® y ArcMap™ son propiedad intelectual de Esri y son usados bajo licencia de The Nature Conservancy Colombia, Copyright © Esri. Todos los derechos reservados.

Por medio del uso de las capas cartográficas disponibles a escala nacional generadas por el IDEAM relacionadas con aspectos climáticos y la espacialización de las acciones del Fondo de Agua se realizaron los análisis para la identificación espacial del impacto de las actividades implementadas por el Fondo.

8.3.2 Matriz de sinergias entre medidas de mitigación y adaptación (SAM).

La determinación de las medidas SAM fue orientada y adaptada del documento Herramienta para priorizar e implementar medidas que generan sinergias entre adaptación y mitigación del cambio climático: un enfoque basado en servicios ecosistémicos (Medellín et al, 2018), de donde se tomaron los siguientes pasos para su identificación.

8.3.3 Identificación del contexto

Se determinó el área de estudio del Fondo, se establecieron las problemáticas, objetivo de acción del Fondo, análisis de las acciones realizadas y documentos actuales que ha desarrollado la Corporación como metodologías de intervención en campo. También se incluyó una descripción de los socios o grupos de interés del Fondo.

8.3.4 Identificación de acciones de interés

Por medio de fichas descriptivas se establecieron las amenazas e impactos que atienden las acciones realizadas por el Fondo frente al cambio climático desde la creación de la organización.

También, a través de la revisión de los planes, programas y proyectos desarrollados por instituciones gubernamentales y que tienen incidencia en el área del Fondo se identificaron cómo las acciones apuntan a estrategias de mitigación o adaptación.

8.3.5 Herramientas de recolección de información primaria

8.3.5.1 Contacto con el equipo de trabajo del Fondo

Hace aproximadamente 5 años, la autora ha trabajado en diferentes temas relacionados con el Fondo de Agua por lo cual conoce las intervenciones en el territorio, algunos de los propietarios y los proyectos que desarrolla el Fondo relacionados con seguridad hídrica.

En ese sentido, el contacto y trabajo con el Fondo fue continuo, lo que permitió conocer información primaria que aporta al presente estudio y retroalimentarlo de manera continua.

Por otro lado, el Fondo se encuentra ejecutando un proyecto demostrativo financiado con recursos del Gobierno Alemán para adaptación basada en ecosistemas, por lo cual se tomaron estos avances y trabajo para guiar los resultados presentados.

8.3.5.2 Elaboración de las fichas descriptivas

Por medio de contacto con el personal técnico del Fondo, se obtuvo información sobre los protocolos de acciones que realizan los cuales se encuentran documentadas en las siguientes fuentes: Protocolo para la implementación de prácticas de producción sostenible en las cuencas de Riogrande II, la Fe y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, informes anuales de resultados y gestión, además del análisis del documento de viabilidad de un proyecto de carbono forestal en los predios del Fondo de Agua.

Una vez tipificadas las acciones se integraron con los documentos de Medidas AbE, Plan Nacional de Restauración y Microfinanzas AbE entre otros con el fin de establecer las amenazas e impactos que se atienden relacionados con cambio climático y los servicios ecosistémicos a los que contribuyen.

9. RESULTADOS Y ANÁLISIS

9.1 Identificación de acciones que generan sinergias y su priorización por factibilidad de implementación

Para la identificación de las actividades que generan sinergias a continuación se describirán los efectos de las acciones que realiza el Fondo relacionadas con adaptación y mitigación por medio de la siguiente matriz (Tabla 19), donde se listan las medidas que generan aspectos positivos para las dos medidas.

La matriz de medidas describe los efectos de las actividades en las filas y en las columnas se nombran los posibles efectos para la adaptación y mitigación. En la columna SAM se incluyen los que generan sinergias una vez se identifican sus implicaciones en los dos ámbitos, la columna disyuntiva relaciona las acciones que separadamente apuntan a mitigación o adaptación pero que en su desarrollo puede generar algún efecto no deseado como aumento en la emisión de GEI. Para estas acciones, en definitiva, se recomienda evaluar el alcance del proyecto y objetivos para su adecuado manejo.

En la columna de potencialización del beneficio, se incluyen acciones por ejemplo como educación ambiental que pueden incrementar los beneficios de las medidas SAM pues las

comunidades al conocer e interiorizar el impacto de las acciones pueden encausar sus labores propias teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos. Este tipo de acciones puede ayudar a las personas a adaptarse reduciendo las vulnerabilidades sociales a las que se encuentran expuestos (von Schelihna-Dawid, 2017), además de propender por la sostenibilidad de las acciones con el tiempo (Medellín et al, 2018).

Tabla 19 Medidas y sus efectos en mitigación/adaptación para la identificación de SAM para el Fondo de Agua de Medellín

Medida	Adaptación		Implicaciones para la adaptación	Implicaciones para la mitigación	SAM	Disyuntiva	Potencializa el beneficio en la adaptación
	AbE	Otro, ¿cuál?					
Restauración de ecosistemas naturales (restauración ecológica, rehabilitación ecológica, recuperación ecológica) ¹	x		Regulación hídrica Regulación de temperatura Reducción del potencial de sequías Estabilización y conservación de suelos Amortiguación de inundaciones Hábitat para especies Conservación de biodiversidad	Aumenta el carbono en biomasa y suelos ²	x		
Sistemas ³ Silvopastoriles (incluyen varios arreglos; árboles dispersos en potreros, cercas vivas, sistemas intensivos, bancos mixtos de forraje y setos forrajeros, barreras rompeviento)	x		Conectividad entre parches de vegetación Flujo genético Hábitat, alimento y refugio para la fauna Recuperación y conservación de suelos Resiliencia de la biodiversidad frente a eventos extremos Regulación hídrica Regulación microclima Mejor nutrición para el ganado	Aumenta el secuestro de carbono en biomasa y suelos	x		

¹ Se agrupan las medidas realizadas por el fondo en esta categoría, ver Tabla 10 ficha descriptiva de la línea de restauración.

² Bernal et al. (2016), citado por Medellín et al, 2018.

Medida	Adaptación		Implicaciones para la adaptación	Implicaciones para la mitigación	SAM	Disyuntiva	Potencializa el beneficio en la adaptación
	AbE	Otro, ¿cuál?					
Sistemas agroforestales	X		Protección del suelo Mejora en las características del suelo: incremento de materia orgánica, capacidad de infiltración entre otros. Los beneficios dependerán del tipo de Bioma y de la especie forestal utilizada.	Aumenta el carbono en biomasa y suelos	x		
Renovación de praderas	x		Protección del suelo	Menores emisiones de gas metano y óxido nitroso ⁴	x		
Huertas agroecológicas		AbC*	Seguridad soberanía alimentaria ⁵ y	Posible aumento GEI		x	
Experiencias en educación ambiental (siembras, giras, caravanas y talleres entre otros)	NA	NA	Beneficios sociales en cuanto a generación y compartir conocimientos relacionados con la importancia del cuidado del agua y ecosistemas.				x

*Adaptación basada en comunidades

Fuente: Adaptado de Medellín, et al, 2018.

Hay actividades que desarrolla el Fondo, que, si bien no se clasifican directamente como acciones de adaptación o mitigación, si contribuyen a potencializar el beneficio de las acciones, por ejemplo, el realizar experiencias en educación permite apuntar a la apropiación y generación de cuidado de los ecosistemas y el territorio sumado a una eventual contribución a la sostenibilidad de las acciones en el tiempo.

Una vez establecida la matriz, no se encontraron acciones que generen disyuntivas. Sin embargo, dado que el Fondo es un órgano dinámico será importante analizar las acciones futuras que se planteen a la luz de las SAM.

⁴ Garzon, A, (2011).

⁵ TNC, et al.,(2019).

9.1.1 Identificación del efecto de las actividades SAM según los escenarios de Cambio Climático y oferta de servicios ecosistémicos

Esta investigación pregunta sobre el impacto de las acciones realizadas por el Fondo de Agua en relación con el cambio climático en términos de adaptación y mitigación, además de la identificación de las posibles sinergias entre éstos, por su parte, las sinergias se reflejan en el mantenimiento de la provisión de servicios ecosistémicos y los beneficios que reciben las comunidades humanas de ellos (Medellín et al, 2018).

Las acciones que se encuentran priorizadas por el Fondo son definidas en el numeral 5 de este documento y responden a la oferta de servicios ecosistémicos (SE) relacionados principalmente con regulación hídrica dada la naturaleza y objetivos del Fondo de Agua.

Para este acápite se tomará como referencia la clasificación de servicios ecosistémicos establecida por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005) y adaptada a tres categorías de SE teniendo en cuenta desarrollos posteriores del concepto (ver marco referencial), de tal manera que se encuentren en contexto con las actividades que desarrolla el Fondo y que atienden temas de adaptación y mitigación al cambio climático.

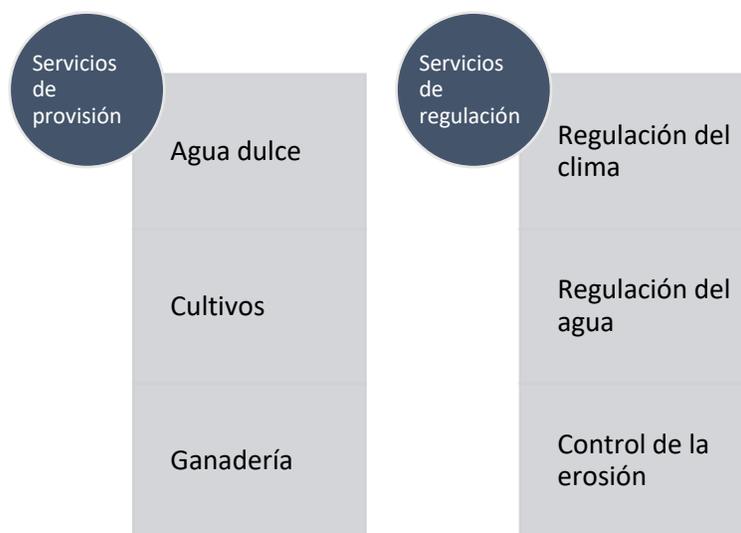


Figura 3 Servicios ecosistémicos determinados para el Fondo de Agua

La Figura 3 muestra los servicios ecosistémicos que pueden ser de interés para el Fondo y que serán utilizados para la priorización espacial de las sinergias.

A continuación, se tiene la definición de los SE;

Tabla 20 Definición de los servicios ecosistémicos para la investigación.

Clasificación del SE	Servicio Ecosistémico	Definición	Referentes
Servicio de provisión	Agua dulce	Agua dulce y disponible para uso p.Ej consumo humano, usos doméstico e industrial y riego.	Cuerpos y reservorios de agua.
	Cultivos	Plantas cultivadas para la nutrición humana.	Cultivos de todo tipo, plantaciones de frutas, vegetales entre otros.
	Ganadería	Cría de animales semi-domésticos para producción de leche/carne.	Caprinos, ovinos, ganado vacuno entre otros.
Servicios de regulación	Regulación del clima	Almacenamiento a largo plazo de posibles gases de efecto invernadero en los ecosistemas.	Bosques, pasturas, cultivos.
	Regulación del agua	Mantenimiento de las características del ciclo del agua (por ejemplo, almacenamiento y amortiguación de agua, drenaje natural, riego y prevención de sequías).	Escorrentía superficial, infiltración del horizonte orgánico, infiltración superficial y agua de drenaje profundo.
	Control de la erosión	Retención del suelo y capacidad para prevenir y mitigar la erosión del suelo y los deslizamientos de la tierra.	% de cobertura del suelo perdido por partículas de agua y viento, frecuencia de deslizamientos.

Fuente: Elaboración propia con base en Burkhard et al., (2014) y Mejia (2019).

La determinación de los SE útiles para el análisis estuvo dada principalmente por la información disponible en las capas cartográficas de libre acceso dispuestas para descarga en línea en el sistema de información ambiental de Colombia, sitio web del IDEAM y las proporcionadas por el Fondo de Agua.

Con los SE identificados se generó la siguiente matriz (Tabla 21) que permite identificar los efectos de las actividades priorizadas en cada de uno de los SE seleccionados. Dichos efectos están basados en la revisión de información secundaria.

Tabla 21 Posibles efectos de la implementación de medidas realizadas por el Fondo de Agua en los servicios ecosistémicos

Medida	Servicios de provisión		Servicios de regulación		
	Agua dulce	Cultivos/ Ganadería	Regulación del clima	Regulación del agua	Control de la erosión
Restauración de ecosistemas naturales (restauración ecológica, rehabilitación ecológica, recuperación ecológica) Incluye corredores riparios, enriquecimiento en zonas de ribera y restauración espontánea.	Los procesos de restauración podrían aumentar la retención de humedad y por lo tanto mejorar la disponibilidad del recurso para los usuarios aguas abajo.	Contribuyen al aumento de biodiversidad en los territorios asegurando mejores condiciones para la ganadería	Cantidad de metano, dióxido de carbono y vapor de agua almacenados en vegetación, suelos t C/ha ⁶	Los bosques podrían regular el flujo estacional de corrientes superficiales, mejorando la disponibilidad de agua en épocas secas. La vegetación podría reducir los flujos pico de los afluentes contribuyendo al control de riesgo de las inundaciones.	La vegetación ribereña contribuye a amarrar el suelo por lo que puede contribuir a disminuir o prevenir la erosión Los procesos de restauración en zonas de alta montaña pueden contribuir a evitar la pérdida del suelo y a los eventuales deslizamientos.
Sistemas Silvopastoriles – Sistemas agroforestales (incluyen varios arreglos; árboles dispersos en potreros, cercas vivas, sistemas intensivos, bancos mixtos de forraje y setos forrajeros, barreras rompeviento)	Puede existir un potencial de infiltración que puede aportar a la recarga hídrica.	Incrementan la productividad de las fincas. Los sistemas silvopastoriles favorecen el desplazamiento de los escarabajos entre los escasos fragmentos que quedan del bosque seco tropical, cumpliendo funciones estratégicas de rehabilitación de suelos degradados. Esto tiene especial importancia en el contexto del cambio climático y la lucha contra la degradación de los suelos ⁷	Aumenta el secuestro de carbono La rotación de potreros disminuye la compactación del suelo, lo que hace que se desarrollen microorganismos que mejoran el crecimiento de los árboles que allí se siembran, por otra parte, se aprovecha mejor el alimento que se les ofrece a los bovinos disminuyendo los gases de efecto invernadero ⁸ .	Mejora en las características del suelo aportando más materia orgánica, raíces más profundas, potencial de infiltración que puede aportar a la recarga hídrica. Mantenimiento de la fertilidad del suelo.	Podría disminuir la erosión.

⁶ Burkhard et al., (2014)

⁷ Ibídem.

⁸ Semana Sostenible proyecto Ganadería Colombiana Sostenible

Medida	Servicios de provisión		Servicios de regulación		
	Agua dulce	Cultivos/ Ganadería	Regulación del clima	Regulación del agua	Control de la erosión
Renovación de praderas		Las praderas renovadas contribuyen a la producción de forrajes, disminuyen el efecto del estrés hídrico en las pasturas. La producción de carne puede incrementarse. ⁹	Aumenta el secuestro de carbono Es posible combinar esta actividad con mecanismos que promuevan una mayor asimilación de los nutrientes por parte de las plantas. ¹⁰		Podría disminuir la erosión.

De acuerdo con (Bruijnzeel, LA., 1990), el efecto de las medidas sobre la provisión de SE hídrico puede ser mayor si se implementan en lugares estratégicos, por ejemplo, el aumento/mantenimiento en la provisión de agua según el uso determinado (consumo humano, agrícola entre otros) producto de acciones de conservación o restauración de bosques es mayor si se realiza en áreas de bosque de niebla.

Teniendo en cuenta que el Fondo hace implementaciones en campo desde el año 2013, los análisis de coberturas del suelo incluyen las posibles variables indicadoras que proporcionan el SE y que son espacializables, para ello, por medio del álgebra de mapas se intenta representar los atributos del ecosistema y por lo tanto de sus servicios (Cardona-Ochoa V et al., 2020).

9.1.2 Coberturas terrestres

Para realizar el análisis espacial que permita identificar el impacto de las acciones realizadas por el fondo a escala local y que constituya el insumo para identificar las SAM, la información geográfica de referencia obligada que constituye el primer paso en el análisis de SE es la capa cartográfica de coberturas terrestres (Echeverry-Duque, M, comunicación personal, el 30 de octubre de 2020).

En Colombia, la elaboración del mapa de coberturas de la tierra a escala nacional 1:100.000 es presentada por el IDEAM de acuerdo con la metodología CORINE (Coordination of information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, dicha metodología tiene por objetivo la realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica de la superficie de la tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador que permita generar una base de datos geográfica.

Se encuentra estructurada de manera jerárquica derivando las unidades de coberturas de la tierra con base en criterios fisonómicos de altura y densidad, claramente definidos y aplicables a todas las unidades consideradas para un grupo de coberturas del mismo tipo (IDEAM, 2010).

La leyenda nacional se encuentra clasificada en cinco niveles, donde el primero se encuentra relacionado con las coberturas correspondientes a los territorios artificializados (áreas de las

⁹ Cajas, Y, et al, 2012 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4499/449945033012>

¹⁰ Garzon, JE, 2011 <https://www.redalyc.org/pdf/636/63621920007.pdf>

ciudades, centros poblados y áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas), el segundo incluye las coberturas relacionadas con territorios agrícolas (cultivos permanentes y transitorios, áreas de pastos y zonas agrícolas heterogéneas), en el tercer caso se encuentran relacionadas las coberturas de zonas de bosque y áreas seminaturales (coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo y para las segundas las coberturas presentes en aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos), por último para las clasificaciones cuatro y cinco áreas húmedas y cuerpos de agua respectivamente se incluyen los terrenos anegadizos e inundables y las áreas cubiertas por cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales (IDEAM, 2010).

A continuación, en la Tabla 22 se identifican las unidades de coberturas de la tierra para el área del Fondo de Agua, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia.

Tabla 22 Porcentaje de coberturas terrestres para el área del Fondo de Agua con niveles de clasificación I,II y III metodología Corine Land Cover Colombia.

Nivel I	%	Nivel II	%	Nivel III	%
1.Territorios artificializados	10,32	1.1 Zonas urbanizadas	7,60	1.1.1 Tejido urbano continuo	5,83
				1.1.2 Tejido urbano discontinuo	1,77
		1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,13	1.2.1 Zonas industriales o comerciales	0,09
				1.2.4 Aeropuertos	0,04
		1.3 Zonas de extracción mineras y escombreras	0,39	1.3.1 Zonas de extracción minera	0,27
				1.4.1 Zonas verdes urbanas	0,12
		1.4 Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	2,20	1.4.2 Instalaciones recreativas	2,20
		2.Territorios agrícolas	63,06	2.2 Cultivos permanentes	0,16
2.2.2 Cultivos permanentes arbustivos	0,10				
2.2.3 Cultivos permanentes arbóreos	0,02				
2.2.5 Cultivos confinados	0,01				
2.3 Pastos	44,41			2.3.1 Pastos limpios	38,96
				2.3.3 Pastos enmalezados	5,45
	18,49			2.4.1 Mosaico de cultivos	0,27
				2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	6,77
				2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5,91

Nivel I	%	Nivel II	%	Nivel III	%
		2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	5,08
				2.4.5 Mosaico de cultivos con espacios naturales	0,45
3. Bosques y áreas seminaturales	26,63	3.1 Bosques	12,32	3.1.1 Bosque denso	3,43
				3.1.2 Bosque abierto	2,24
				3.1.3 Bosque fragmentado	0,54
				3.1.4 Bosque de galería y ripario	1,24
				3.1.5 Plantación forestal	4,87
		3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	13,61	3.2.1 Herbazal	2,51
				3.2.2 Arbustal	2,68
				3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	8,41
		3.3 Áreas abiertas sin o con poca vegetación	0,07	3.3.3 Tierras desnudas o degradadas	0,07
		5. Superficies de agua		5.1 Aguas continentales	0,63
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	0,58				

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología CORINE Land cover para Colombia generada por el IDEAM

De acuerdo con la tabla anterior, la cobertura terrestre para el área del Fondo de Agua se encuentra con mayor porcentaje en el nivel dos territorios agrícolas con 63,06% de los cuales aproximadamente 44,41% pertenecen a pastos. Con respecto al nivel tres relacionado con bosques y áreas seminaturales se encuentra un 26,63% del territorio del área de influencia.

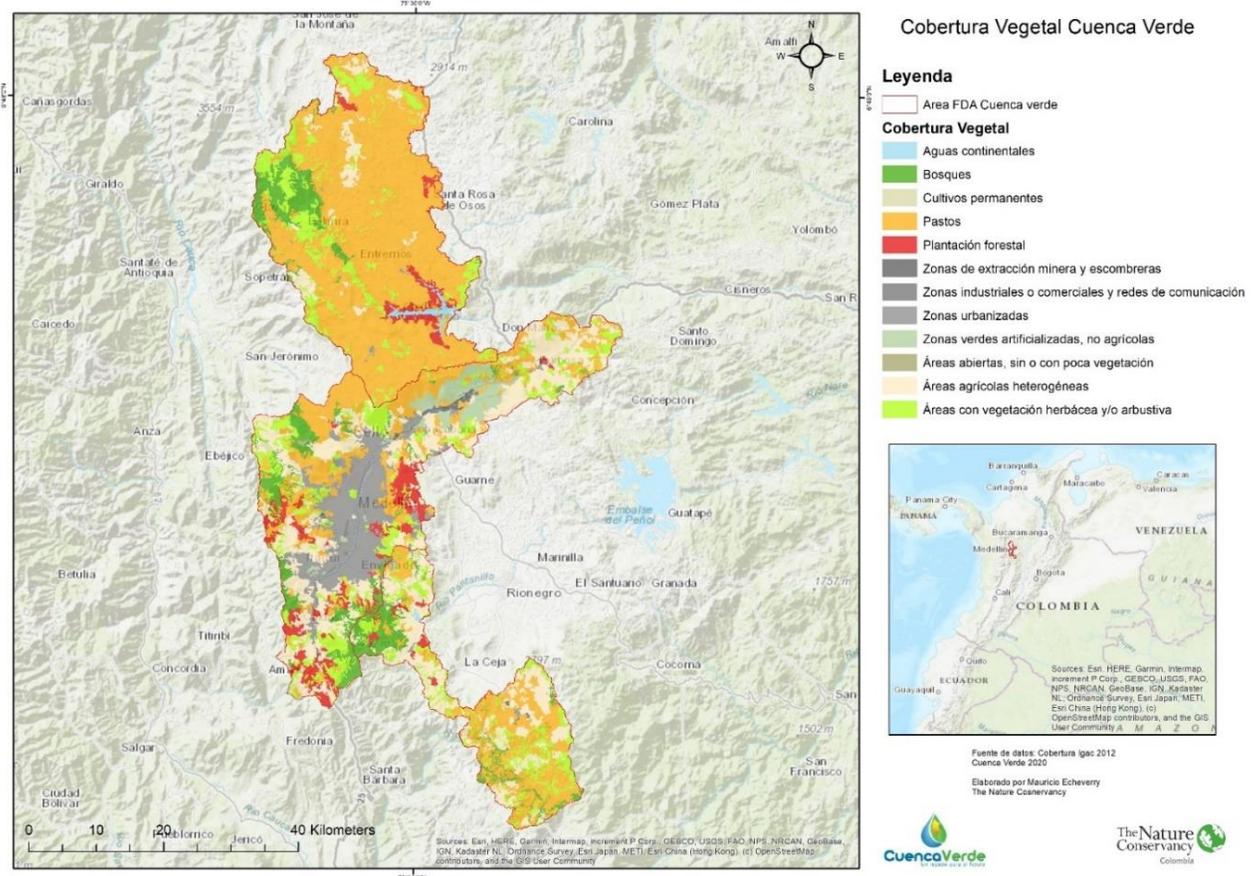


Figura 4. Mapa de coberturas del Fondo de Agua de Medellín. Fuente: TNC, 2020.

Según (publicaciones semana s.a, 2019), Colombia tiene el tercer hatu más grande de América Latina donde el departamento de Antioquia se ubica en el primer lugar entre los cinco departamentos con mayor hatu a escala nacional con un 11,75% (Instituto Colombiano Agropecuario 2017, citado por publicaciones semana 2019), esto podría ayudar a comprender la elevada presencia de pastos en la región y especialmente en el área de influencia del Fondo de Agua como se evidencia en la figura 4.

9.1.2.1 Identificación de servicios ecosistémicos por tipo de cobertura terrestre

En la Tabla 22 se presenta la identificación de los servicios ecosistémicos por grupo de cobertura para el área del Fondo. Este análisis cualitativo se llevó a cabo por medio de la elaboración de una matriz de evaluación de las capacidades de diferentes tipos de cobertura terrestre para proporcionar SE de provisión y regulación basado en Burkhard et al., (2009). La escala de evaluación es la siguiente: 0= no hay capacidad relevante, 1=capacidad relevante baja, 2=capacidad relevante, 3=capacidad relevante media, 4=capacidad relevante alta y 5= capacidad relevante muy alta.

Tabla 23 Matriz de capacidades de diferentes coberturas de la tierra para proporcionar servicios ecosistémicos de provisión y regulación según el tipo de coberturas CLCC para Colombia para el Fondo de Agua de Medellín basado en Burkhard y colaboradores, 2009.

Clasificación de coberturas terrestres según metodología CLCC adaptada para Colombia	Servicios ecosistémicos de provisión			Servicios ecosistémicos de regulación		
	Agua dulce	Cultivos	Ganadería	Regulación del clima	Regulación del agua	Control de la erosión
2.2.1 Cultivos permanentes herbáceos	1	1	0	1	1	1
2.2.2 Cultivos permanentes arbustivos	1	5	0	2	1	2
2.2.3 Cultivos permanentes arbóreos	1	5	0	2	1	2
2.2.5 Cultivos confinados	1	5	0	1	1	1
2.3.1 Pastos limpios	0	0	5	1	0	4
2.3.3 Pastos enmalezados	0	0	2	1	1	4
2.4.1 Mosaico de cultivos	1	5	0	1	1	1
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	1	4	4	1	1	1
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2	5	5	2	1	3
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	2	0	5	3	3	3
2.4.5 Mosaico de cultivos con espacios naturales	2	5	0	3	3	3
3.1.1 Bosque denso	4	0	0	5	5	5
3.1.2 Bosque abierto	4	0	0	5	5	5
3.1.3 Bosque fragmentado	4	0	0	5	5	5
3.1.4 Bosque de galería y ripario	4	0	0	5	5	5
3.1.5 Plantación forestal	0	0	0	0	1	1
3.2.1 Herbazal	3	0	0	1	1	1
3.2.2 Arbustal	4	1	0	4	4	4
3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	4	2	0	4	4	4
3.3.3 Tierras desnudas o degradadas	0	0	0	0	0	1
5.1.1 Rios (50m)	5	0	0	5	5	4

Fuente: Elaboración propia.

La identificación de los SE por tipo de cobertura para el área del Fondo, permitirá al momento de analizar el impacto de las acciones del Fondo comprender como han contribuido las diferentes implementaciones a mantener la provisión de los servicios analizados.

9.1.2.2 Análisis para la identificación espacial del impacto de las actividades implementadas por el Fondo

A continuación, se indican las capas consultadas para determinar el impacto de las acciones del Fondo en relación con los SE priorizados en la Tabla 24:

Tabla 24 Fuentes de información cartográfica consultada

Nombre	Información espacial /fuente
Mapa de coberturas Colombia 2010-2012	Sistema de información ambiental de Colombia (SIAC)
Capa del área de influencia del Fondo de Agua 2020	Corporación Cuencaverde
Capa de las acciones de intervención del Fondo 2015-2020	Corporación Cuencaverde
Capas de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático 2011-2040	IDEAM, PNUD
Capa de precipitación Colombia 2011-2040 (Ensamble multiescenario 2011-2040 vs 1976 -2005). 2015	IDEAM
Capa de temperatura media anual Colombia 1981-2010	IDEAM
Capa de carbono en bosques naturales Colombia	IDEAM

De la capa de acciones de intervención del Fondo de Agua fueron extraídas las áreas intervenidas y clasificadas de acuerdo con la tipología relacionada en el numeral 3.4 las cuales se presentan a continuación en la Tabla 25;

Tabla 25 Clasificación por tipo de intervención en el área de influencia del Fondo de Agua en el período 2015- 2020.

Tipología de acciones	AMVA*	La Fe	Riogrande II	Total hectáreas
Aislamiento Bosque de Nacimiento		2,01	106,3	108,31
Aislamiento Bosque de Ladera	0,05	390,59	1565,86	1956,5
Aislamiento Bosque de Ribera	6,76	72,02	338,89	417,67
Aislamiento con Plántula Bosque de Ladera		0,27	1,64	1,91
Aislamiento con Plántula Bosque de Nacimiento		0,39	4,28	4,67
Aislamiento con Plántula Bosque de Ribera		1,75	2,21	3,96
Aislamiento de Ladera con Plántula		1,17	0,14	1,31
Aislamiento de Bosque de Nacimiento			0,1	0,1
Aislamiento de Bosque de Ribera			0,12	0,12
Aislamiento de Nacimiento	0,72	97,21	333,97	431,9
Aislamiento de Nacimiento con Plántula		0,77	3,98	4,75
Aislamiento de Ribera con Plántulas	0,24	5,06	0,9	6,2
Aislamiento Plántula Bosque de Nacimiento			0,97	0,97
Área Adicional de Conservación			29,71	29,71

Tipología de acciones	AMVA*	La Fe	Riogrande II	Total hectáreas
Área de Conservación Adicional	0,44	20,35	33,15	53,94
Enriquecimiento Bosque de Ladera		5,1	35,58	40,68
Enriquecimiento Bosque de Nacimiento		0,42	87,04	87,46
Enriquecimiento Bosque de Ribera		2,32	32,96	35,28
Enriquecimiento de Nacimiento			25,27	25,27
Establecimiento Bosque de Ladera	2,06	2,31	14,6	18,97
Establecimiento Bosque de Nacimiento	0,01	6,78	10,36	17,15
Establecimiento Bosque de Ribera	1,74	7,66	14,1	23,5
Establecimiento de Nacimiento		0,16		0,16
Huerto Leñero		0,14	1,08	1,22
Plantación Forestal Existente		2,85		2,85
Siembra Cerco Vivo			0,01	0,01
Total hectáreas intervenidas	12,02	619,33	2641,22	3272,57

*Area Metropolitana del Valle de Aburrá

Fuente: Capa de las acciones de intervención del Fondo 2015-2020. Corporación Cuencaverde (2020).

De acuerdo con la tabla anterior la actividad con mayor ejecución corresponde al aislamiento de Bosque de Ladera con 1956,6 ha seguido del aislamiento de nacimiento de agua con 431,9 ha.

Las actividades han sido agrupadas en dos categorías; restauración activa y conservación de bosque como se muestra en el siguiente mapa:

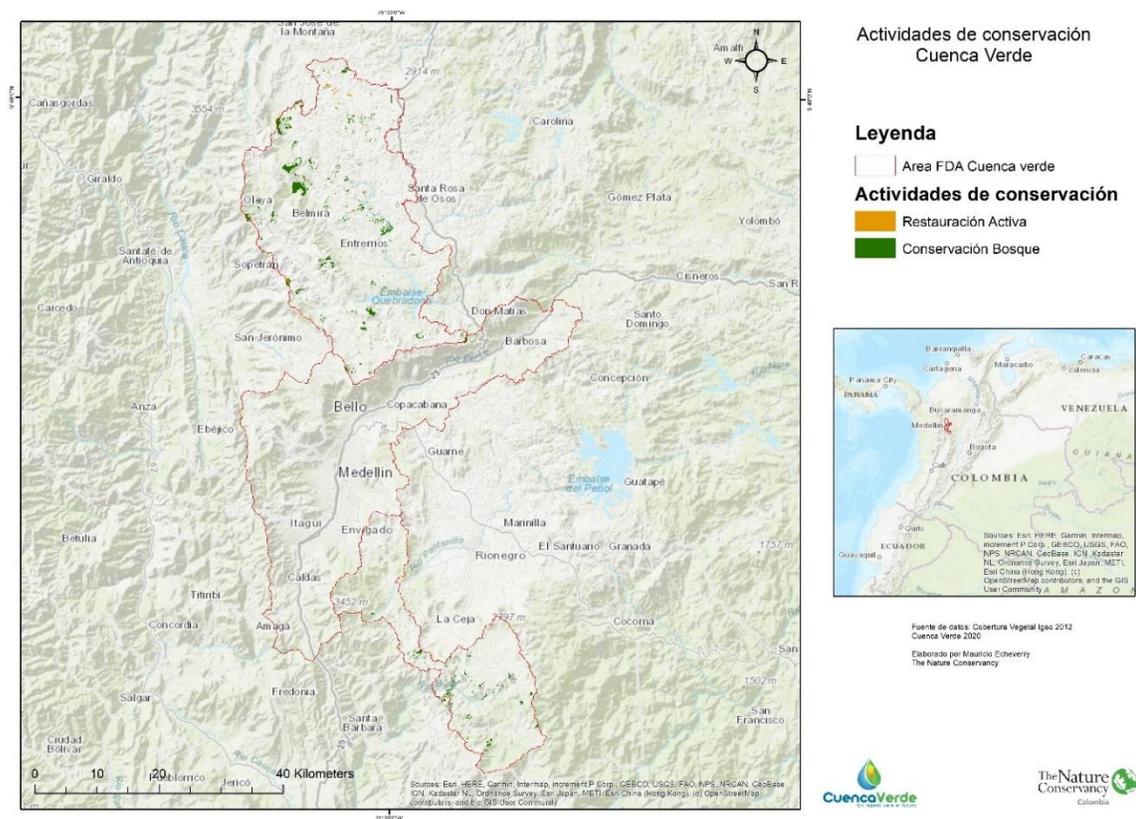


Figura 5 Mapa de actividades de conservación del Fondo de Agua. Fuente: TNC, 2020.

La mayoría de las actividades se han realizado en la cuenca Riogrande y la cuenca de río Negro, esto debido a que estas cuencas se encuentran priorizadas desde la creación del Fondo y se ven reflejadas en su primer portafolio de inversión que responde a:

- Interés de EPM en evitar problemas futuros asociados a la calidad de agua, principalmente retención de sedimentos y disminución de cargas de nutrientes.
- Aplicación de los modelos hidrológicos SWAT, INVEST y FIESTA para identificar áreas prioritarias para la conservación por carga de sedimentos y producción de agua en las cuencas de los embalses de Riogrande II y La Fé. Priorización de áreas por contaminación por cargas de Nitrógeno mediante el uso de herramientas RIOS e InVEST
- Intervención en campo por medio de actividades relacionadas con cambios de uso de suelo y prácticas de conservación con mayor impacto en los SE.

Por último, es importante recordar que como se ha mencionado antes, recientemente se incluyó el área del río Medellín o Aburrá.

9.3 Valoración biofísica

Es importante anotar que para realizar una valoración integrativa del territorio es necesario incluir métodos de valoración socio - cultural y económica (Cardona-Ochoa et al., 2020). Sin embargo, el alcance de la presente investigación está relacionado con analizar el impacto de las acciones, más no con su valoración integral, por lo que se incluye la descripción únicamente de la valoración biofísica para dos servicios ecosistémicos de los identificados en la Figura 3, según la información disponible complementada con la información de la Tabla 23 capacidades de las diferentes coberturas para proporcionar SE.

Para Martín-López et al., (2012) y Rincón- Ruíz et al., (2014), citados por (Rincón-Ruiz, A et al., 2014) *el valor biofísico está asociado a la capacidad de los ecosistemas de suministrar servicios.*

A continuación, se presentan los resultados de las especializaciones de los servicios analizados teniendo en cuenta el portafolio desarrollado por el Fondo hasta el año 2019.

El servicio de provisión de agua dulce para diferentes actividades es prioridad para el Fondo de Agua. Teniendo en cuenta que la disponibilidad del agua depende de la precipitación, se utilizó la capa cartográfica generada por el IDEAM que muestra en porcentaje los cambios de la precipitación comparando dos escenarios. El mapa (Figura 5) representa el cambio en aumento o disminución paulatina del valor medio en el tiempo de la precipitación simulado por medio de un modelo climático (IDEAM,2015), la unidad de medida es mm/año y es posible evidenciar aumentos de precipitación en el área del Fondo con mayor porcentaje en la cuenca del río Medellín ubicada en la parte central del área donde se extiende el Valle de Aburrá y su área metropolitana.

Por su parte el PIGCCA tiene en cuenta que a futuro se tendrán incrementos en la precipitación para el área sin embargo el PAC&VC no cuenta con información detallada para priorizar acciones en estas áreas.

En las otras cuencas que conforman el área, Riogrande y Chico es posible identificar que se prevén cambios menores en la precipitación en comparación con el área central, sin embargo, dado que éstas dos cuencas abastecen al AMVA es importante que se continúen las acciones de conservación y protección de áreas estratégicas de nacimientos.

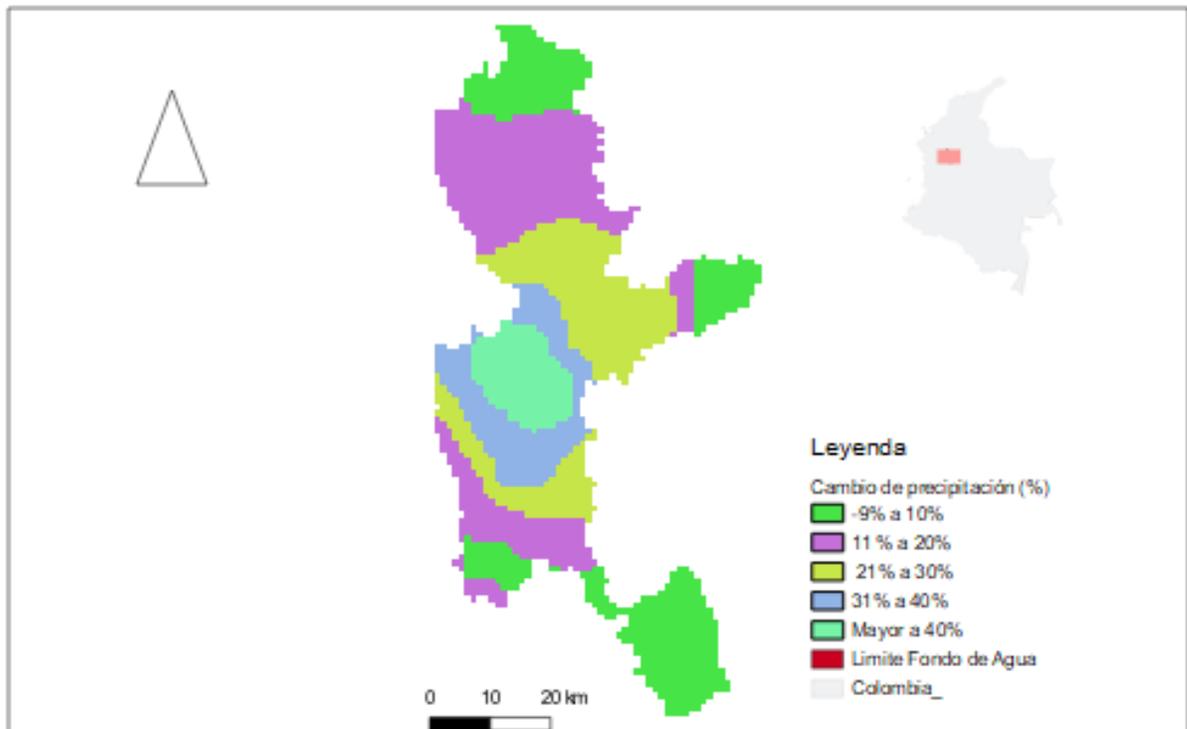


Figura 6. Mapa del cambio de la precipitación (%) para el área del Fondo. (Ensamble multiescenario 2011-2040 vs 1976 -2005). Fuente: IDEAM, 2015.

Relacionado con el servicio ecosistémico de regulación del clima, se tomó la capa de temperatura media anual generada para el Estudio Nacional del Agua año 2010 por el IDEAM, que relaciona la temperatura media anual en una línea base de 1970 al año 2000. El siguiente mapa fue construido con base en dicha capa y se expresa en grados centígrados (°C) para el periodo de referencia.

La temperatura para el área del Fondo oscila entre los 16 °C a 21 °C y de acuerdo con el IDEAM, se esperan variaciones hasta los 0,5 °C, esto sumado a que de acuerdo con las coberturas en el área del Fondo son en su mayoría territorios agrícolas de los cuales el mayor porcentaje se encuentra destinado a pastos dada la vocación ganadera de la región. Dado que la mayor parte de las acciones del Fondo están centradas en conservación de bosques y restauración activa es vital continuar con el fortalecimiento de la línea de trabajo de buenas prácticas ganaderas y el desarrollo de sistemas silvopastoriles.

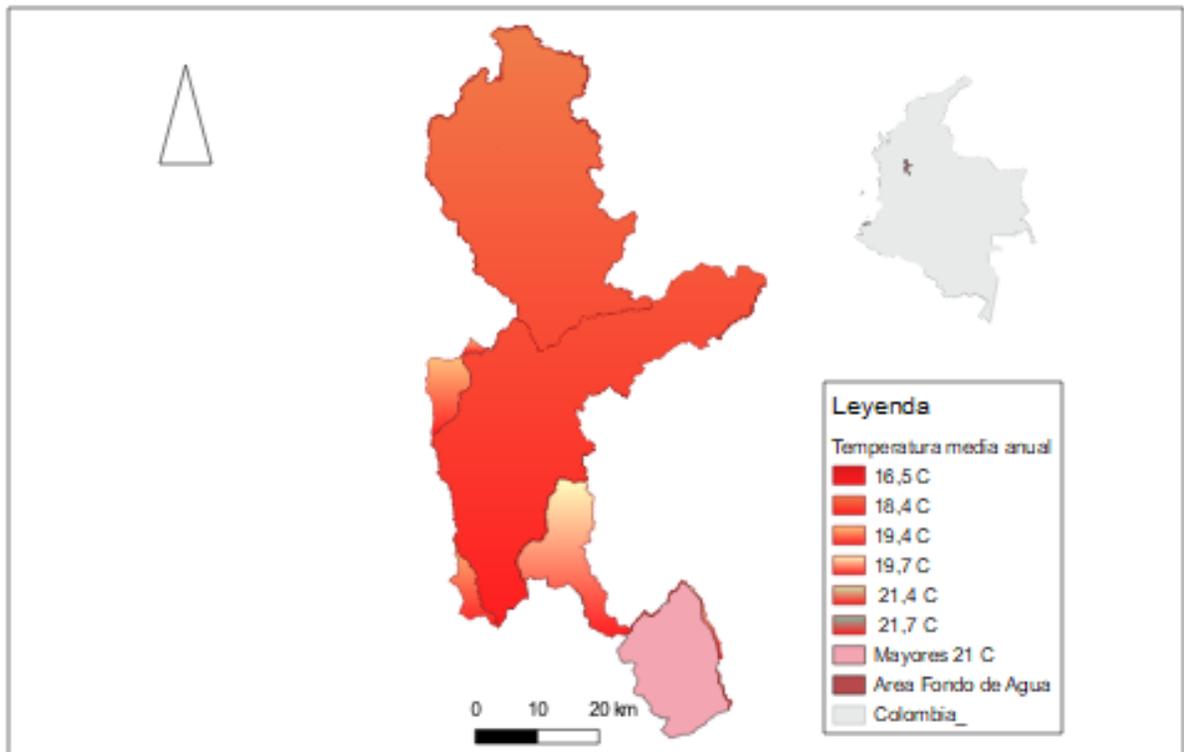


Figura 7 Mapa de temperatura media anual para el área del Fondo. Fuente: IDEAM, 2015.

9.4 Identificación de las áreas de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático para el Fondo de Agua

La presente investigación está guiada por la evaluación del impacto de las acciones del Fondo de Agua en relación con los planes y programas regionales de cambio climático, para ello se usó la información cartográfica de la TCNCC sobre vulnerabilidad y riesgo adaptándola para el área del Fondo.

En Colombia, el riesgo asociado al cambio climático y la adaptación se centran en la reducción de la exposición y la vulnerabilidad y en aumentar la resiliencia a sus potenciales impactos adversos (IDEAM, 2017).

Los análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático están basados en el estudio internacional ND-GAIN y expertos nacionales, quienes definieron las siguientes dimensiones (IDEAM, 2017):

- Seguridad alimentaria: *es definida para el país como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de estos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas.*
- Recurso hídrico: *busca identificar la relación de los asentamientos humanos con respecto al recurso hídrico, frente a su uso y disponibilidad.*
- Biodiversidad y servicios ecosistémicos: *relaciona el servicio ecosistémico de provisión con especies de uso categorizadas en algún rango de amenaza.*

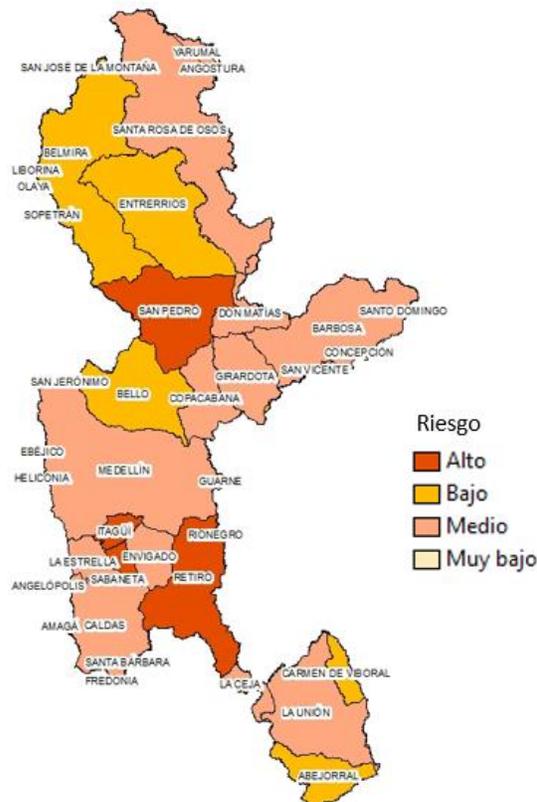
- Salud: *identifica la relación de los cambios en el clima por ejemplo relacionados con diferencias de temperatura y precipitación en lapsos climáticos.*
- Hábitat humano: *busca identificar aquellas variables relacionadas a las viviendas y servicios necesarios para los asentamientos humanos.*
- Infraestructura: *se establecieron indicadores relacionados con infraestructura vial, disponibilidad de conexión eléctrica y alternativas energéticas para la capacidad adaptativa.*

La TCNCC generó índices que permitieran evaluar la trazabilidad de la vulnerabilidad y riesgo del país frente al cambio climático, por medio del análisis retrospectivo asociado a escenarios continentales de cambio climático en el período 2011-2040 a escala municipal.

Tomando como base la cartografía generada en la TCNCC, a continuación, se presentan los mapas de amenaza, sensibilidad, vulnerabilidad, riesgo y capacidad adaptativa por municipio para el área del Fondo de Agua de Medellín:

9.4.1 Riesgo

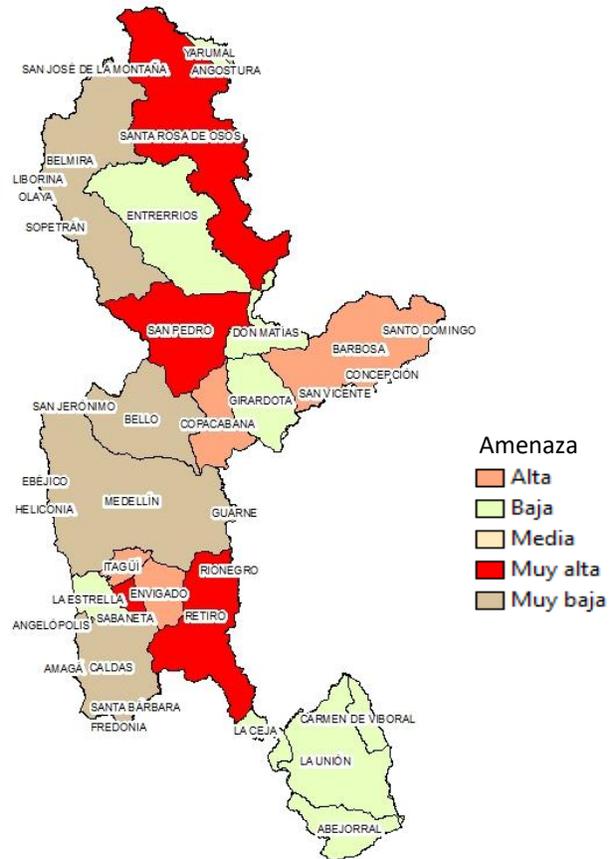
Derivado del IPCC, la TCNCC retoma la fórmula general del *riesgo = amenaza x vulnerabilidad*, en general todo el país presenta algún grado de riesgo frente al cambio climático, y para el caso del área del Fondo, los municipios de San Pedro, Itagüi y el Retiro presentan alto riesgo y el restante un riesgo medio;



Esquema. 1 Identificación del riesgo ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC

9.4.2 Amenaza

La amenaza por cambio climático representa la posibilidad de afectación de las dimensiones evaluadas, por aumento de temperatura o aumento/disminución de precipitaciones al año 2040, en el ranking nacional el departamento de Antioquia cuenta con una amenaza media, sin embargo, de acuerdo con el siguiente esquema y partiendo del análisis para el Fondo, existen cuatro municipios en categoría muy alta amenaza: Santa Rosa de Osos, San Pedro, Envigado y el Retiro.



Esquema. 2 Identificación de la amenaza ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC

9.4.3 Capacidad adaptativa

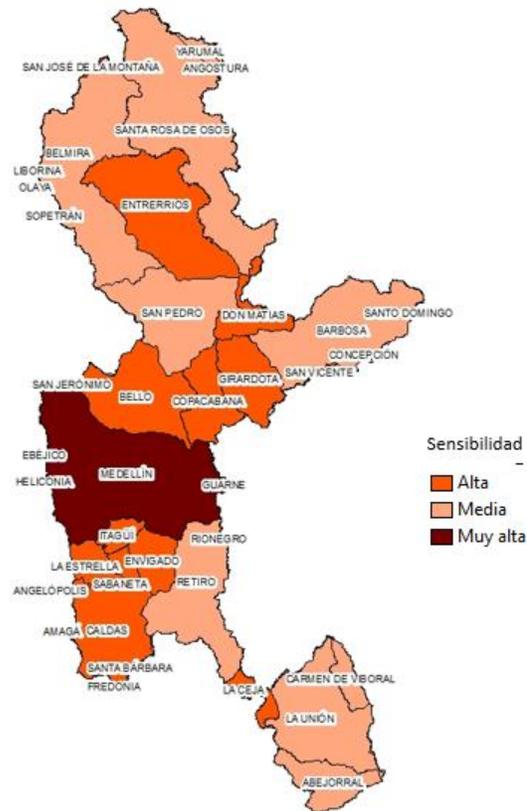
Este ítem evaluó la capacidad de cada municipio para afrontar el cambio climático, de manera particular la TCNCC indica que la región Andina tiene una alta capacidad adaptativa que deberá estar soportada en los planes de adaptación para cada municipio.



Esquema. 3 Identificación de la capacidad adaptativa ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC

9.4.4 Sensibilidad

De acuerdo con la TCNCC, el departamento de Antioquia ocupa el puesto número diez con una alta sensibilidad al cambio climático, situación que se ve reflejada en el área del Fondo e indica que todos los municipios del área de influencia no cuentan con condiciones favorables para afrontar las amenazas por cambio climático.



Esquema. 4 Identificación de la sensibilidad ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC

9.4.5 Vulnerabilidad

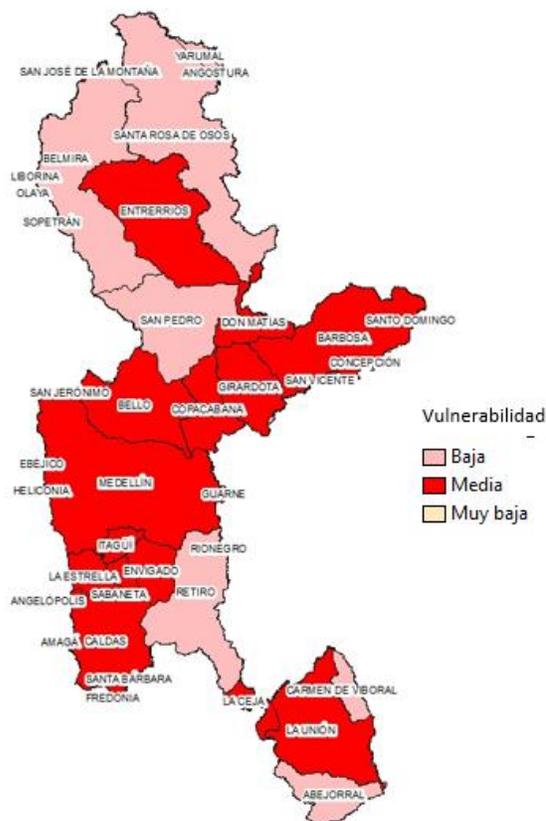
Siguiendo la TCNCC, la vulnerabilidad es concebida como la relación entre la sensibilidad del territorio y la gestión de capacidad adaptativa. Por otro lado, indica que hace falta clarificar el tema de la no inclusión de la variable exposición dentro de la fórmula de vulnerabilidad *generando esta exclusión propuesta por el IPCC una relación entre las variables sensibilidad y capacidad adaptativa, que para este caso se orienta como un índice entre ambas variables. Lo anterior en congruencia con la relación que indica que a mayor capacidad adaptativa se disminuye el valor de la vulnerabilidad* (IDEAM, 2017).

La fórmula propuesta por la TCNCC, para el país es la siguiente:

$$\text{Riesgo por cambio climático} = \Delta \text{ Amenaza (Exposición)} \times (\text{sensibilidad/capacidad adaptativa})$$

Es importante destacar que autores como (Sharma, J & Ravindranath, N, 2019), indican que el impacto de los peligros climáticos y no climáticos es causado por la interacción de peligro, exposición y vulnerabilidad. Separar el peligro y la exposición del concepto de vulnerabilidad en el informe del IPCC de 2014 es un cambio de paradigma del informe del IPCC 2007. Para ellos, el informe IPCC 2014 al presentar la vulnerabilidad como una propiedad interna característica de un sistema desvinculado de la exposición al peligro tiene implicaciones para evaluar la vulnerabilidad.

Para el caso del área del Fondo la vulnerabilidad se encuentra entre media y baja, por lo que son oportunas las acciones del Fondo en relación con la adaptación al cambio climático.



Esquema. 5 Identificación de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el Fondo de Agua. Fuente: Adaptado de la TCNCC

En resumen, para el departamento de Antioquia, la TCNCC establece dimensiones de análisis toda vez que los efectos de los cambios en el clima pueden afectar las capacidades de las comunidades para obtener alimentos, afectar su salud y bienestar, sumado a las consecuentes afectaciones en los ecosistemas y los servicios que éstos proporcionan. Como se ha mencionado al inicio de este capítulo, las dimensiones base fueron proporcionadas por expertos nacionales y ajuste de la metodología internacional ND-GAIN, la cual evalúa la vulnerabilidad del país considerando seis dimensiones (Tabla 26), cada dimensión cuenta con indicadores que representan tres componentes transversales: la exposición del sector a factores climáticos relacionados o agravados, la sensibilidad de ese sector a los impactos de la amenaza y la capacidad adaptativa del sector para hacer frente o adaptarse a ese impacto (University of Notre Dame, 2020). En resumen, de acuerdo con las dimensiones basadas en ND-GAIN, para el departamento de Antioquia se tiene:

Tabla 26 Riesgos asociados al cambio climático para el Departamento de Antioquia por dimensión.

Dimensión	Porcentaje para Antioquia	Observaciones
Seguridad alimentaria	33.3%	Presenta riesgo medio al cambio climático.
Recurso hídrico	4.4%	Presenta riesgo alto al cambio climático.
Biodiversidad	10.6%	Presenta riesgo alto al cambio climático.
Salud	8.1%	Presenta riesgo bajo y medio al cambio climático.
Hábitat humano	27.4%	Presenta riesgo muy bajo al cambio climático.
Infraestructura	16.2%	Presenta riesgo muy bajo al cambio climático.

Fuente: Elaboración propia adaptado de la TCNCC

Para el caso del área del Fondo a continuación se muestran los valores municipales de cada uno de los factores asociados a cambio climático estimados de acuerdo con la TCNCC, donde se categorizan de 0 a 1, siendo 1 el valor muy alto y 0 muy bajo:

Tabla 27 Valores asociados a cambio climático por municipio para el área de influencia del Fondo de Agua.

No	Municipios	Amenaza	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Vulnerabilidad	Riesgo
1	Abejorral	0,50	0,42	0,92	0,14	0,18
2	Belmira	0,41	0,42	0,93	0,14	0,16
3	Entrerriós	0,45	0,40	0,93	0,14	0,16
4	Santa Rosa de Osos	0,74	0,34	0,96	0,13	0,19
5	San Pedro de los Milagros	0,80	0,34	0,94	0,13	0,20
6	Don Matías	0,47	0,38	0,93	0,14	0,16
7	Barbosa	0,58	0,38	0,90	0,14	0,18
8	Girardota	0,47	0,36	0,88	0,14	0,16
9	Bello	0,36	0,47	0,97	0,15	0,15
10	Medellín	0,43	0,64	0,99	0,17	0,20
11	Itagüí	0,64	0,43	0,92	0,14	0,21
12	Envigado	0,62	0,46	0,94	0,15	0,21
13	Caldas	0,41	0,54	0,90	0,16	0,18
14	El Retiro	0,83	0,40	0,92	0,14	0,24
15	La Ceja	0,52	0,41	0,95	0,14	0,18
16	La Unión	0,51	0,39	0,91	0,14	0,17

Fuente: Elaboración propia adaptado de la TCNCC

El análisis de riesgo para el Fondo muestra que los municipios de Itagüí, el Retiro y San Pedro tienen mayores valores de riesgo por cambio climático, no obstante, es necesario tener en cuenta que todos los municipios del área de influencia tienen una categoría de riesgo que oscila entre alto y bajo, pero en su mayoría en riesgo medio.

Con relación a la vulnerabilidad la ciudad de Medellín y el municipio de Caldas presentan los mayores valores, aspecto que es necesario tener en cuenta para el desarrollo de intervenciones por parte del Fondo. Al cierre de este documento, el AMVA se encontraba desarrollando una iniciativa denominada Plan Quebradas en conjunto con el Fondo de Agua, cuyo objetivo es

gestionar integralmente las quebradas y evitar desastres asociados a las crecientes en épocas de lluvia.

En cuanto a las dimensiones analizadas, el tema de biodiversidad, recurso hídrico deben ser prioridad para el departamento dado el riesgo alto que presentan (Tabla 25).

9.5 Estimación del potencial de mitigación de las actividades implementadas por el Fondo de Agua.

La estimación del potencial de mitigación de las acciones que ha implementado la Corporación Cuencaverde, han sido determinadas por medio del análisis de la capa cartográfica de almacenamiento de carbono en bosques naturales generada por el IDEAM (Phillips J.F et al., 2011), hay un almacenamiento promedio por tipo de bosque para el área del Fondo que va desde los 53 toneladas de carbono por hectárea ($t C ha^{-1}$) hasta los $130 t C ha^{-1}$, de acuerdo con el tipo de cobertura, por lo que las áreas de bosque son de gran importancia para la captación de GEI.

Por otro lado, las áreas que se muestran en blanco no poseen información relacionada con reserva de carbono, esto obedece para el caso del Fondo de Agua a que existen áreas de grandes pasturas dada la vocación ganadera de la región, situación que puede estar generando emisiones y generando un balance negativo respecto a la mitigación de GEI.

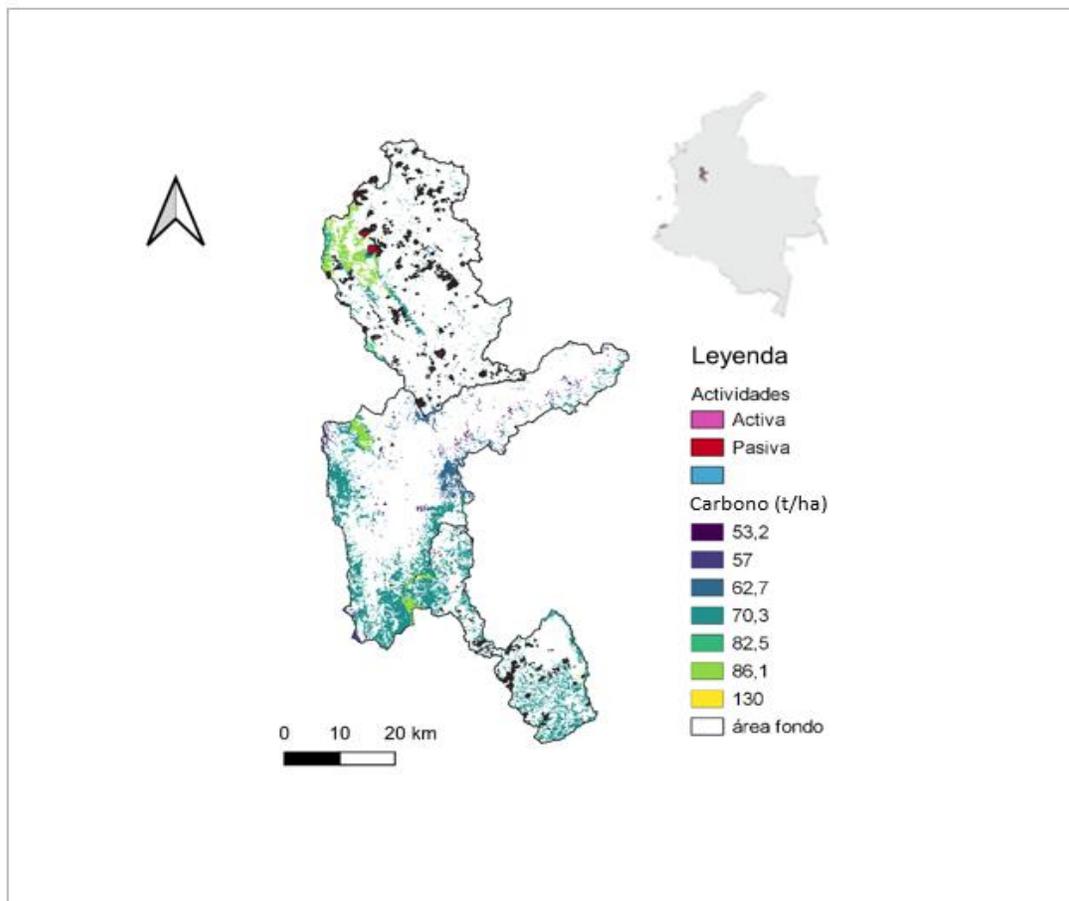


Figura 8 Distribución de las reservas de carbono (t/ha) almacenadas en biomasa aérea según bosques naturales para el área del Fondo, basado en IDEAM, 2011.

Por otro lado, grandes áreas de bosque concentran altos valores de almacenamiento de carbono (Cardona-Ochoa et al., 2020) y para el caso del área de influencia del Fondo los bosques pluviales montanos al norte de la cuenca río Grande, así como los bosques muy húmedos montano bajo en el extremo sur del AMVA y en la cuenca la Fe constituyen importantes áreas de reserva de carbono.

Teniendo en cuenta que la meta país como aporte a la NDC, fue incrementada el 26 de noviembre de 2020 y tiene por objetivo reducir las emisiones de GEI en un 51% respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030 (WWF, 2020), los aportes por medio de las áreas intervenidas por el Fondo en términos de restauración activa y pasiva apuntan a la atención de reducción de emisiones del departamento.

9.5.1 Potencial de reducción de emisiones

Para el año 2018, uno de los socios del Fondo por medio de una consultoría con la empresa South Pole Carbon Asset Management S.A.S, estimó el potencial de reducción de emisiones a través de la metodología VCS Methodology for Avoided Unplanned Deforestation VM00154 y de Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities AR-TOOL14 Version 04.1.

Dicha estimación fue realizada para las actividades de conservación y reforestación de bosques en un escenario proyectado a 20 años, donde la reducción de emisiones se estimó en 122.861 t CO₂e en un área elegible de 2.826,9 ha (Cuencaverde, 2018), estas estimaciones podrían “potencialmente” contribuir a la reducción 0,122861 Mton CO₂e es decir aproximadamente al 0,4% de la reducción de las emisiones departamentales.

De acuerdo con (IDEAM et al., 2016), las emisiones estimadas para el Departamento de Antioquia corresponden a 22,94 Mton CO₂e ubicándose en el primer puesto en el ranking nacional, por lo que el aporte del Fondo de Agua puede ser relevante en el tiempo si continúan con el ritmo de implementaciones actuales sumado a la gestión de buenas prácticas ganaderas.

La anterior estimación es utilizada únicamente para efectos académicos y fue proporcionada por el Fondo de Agua exclusivamente para este fin.

9.6 Discusión

La aproximación a la evaluación de las acciones que ha realizado el fondo depende de diversos factores que comprenden desde la voluntad política hasta el conocimiento, percepciones e historia de las comunidades que habitan el territorio. Bajo esta premisa, la presente investigación realizó una aproximación que comprende desde las variables biofísicas, pasando por el análisis de los planes y programas relacionados con cambio climático y un breve acercamiento a los motivadores de las comunidades intervenidas que se encuentran relacionadas con el Fondo de Agua.

Inicialmente se analizaron, todos los planes y programas desde el orden nacional al regional con incidencia local que están relacionados con cambio climático (capítulos 4 y 6) con el propósito de encontrar acciones que generaran sinergias entre mitigación y adaptación, sin embargo, solamente el documento generado por el AMVA establece este tipo de medidas, por lo que, por medio de la caracterización de acciones realizadas por el Fondo se identificó el tipo de amenazas e impactos que atiende además de los servicios ecosistémicos que ayuda a mantener:

- Restauración de ecosistemas naturales: atiende los impactos relacionados con pérdida de coberturas, regulación hídrica, procesos erosivos, efectos de heladas entre otros (Tabla 10).
- Prácticas de producción sostenible sistemas silvopastoriles: aumento de la resiliencia de los ecosistemas, regulación hídrica, procesos erosivos, almacenamiento o fijación de carbono (Tabla 11).
- Sistemas agroforestales: reducción de emisiones de metano, incremento de cobertura vegetal, mejora de las condiciones de los animales generando beneficios económicos para las comunidades (Tabla 12).
- Renovación de praderas: promueve el crecimiento de biomasa, contribuye a la menor emisión de metano y óxido nitroso contribuyendo a la mejora de alimentación de los animales generando beneficios económicos para las comunidades (Tabla 13).
- Huertas agroecológicas: contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades, además de la gestión de biodiversidad asociada a la siembra de diferentes especies de plantas (Tabla 14).

Por otro lado, los instrumentos normativos en el país, importantes para la continuidad de las acciones para el Fondo de Agua, indican que, por ejemplo, el departamento de Antioquia ocupa el tercer puesto en emisiones netas de GEI, a raíz de este análisis será posible armonizar las medidas regionales con las planteadas por el Fondo para sumar esfuerzos en las acciones locales, regionales y nacionales. Es importante anotar que para el caso del departamento existen algunos planes de cambio climático locales, sin embargo, no fue posible acceder a ellos.

Posteriormente se identifican las acciones que generan sinergias en la Tabla 19 basadas principalmente en información secundaria contrastada con las acciones ejecutadas por el Fondo desde el periodo de creación con corte al año 2019. Esto permitió identificar que las acciones más comunes realizadas por el Fondo están asociadas a la restauración de ecosistemas naturales, brindando un aporte importante a las medidas SAM toda vez que se propicia el aumento de carbono en la biomasa y suelos sumado al impacto en la regulación hídrica, estabilización y conservación de los suelos, amortiguación de inundaciones y conservación de la biodiversidad.

Las actividades relacionadas con restauración ecológica, constituyen una de las principales acciones de los Fondos de Agua en Colombia, toda vez que en el país en los últimos cinco años se han perdido 500.000 ha de bosque¹¹, si bien los procesos de deforestación se evidencian con mayor magnitud en los departamentos de Caquetá, Meta y Guaviare, Antioquia no es ajena a este fenómeno, pues la ampliación de la frontera agropecuaria constituye uno de los mayores retos del Fondo de Agua de Medellín (Cuencaverde, 2019).

Proyectos como Adaptación Basada en Ecosistemas en la cuenca del río Magdalena, priorizan acciones como la restauración ecológica con el objetivo de propiciar la funcionalidad ecológica de los territorios teniendo en cuenta criterios técnicos, comunitarios e históricos, situación que evidencia la pertinencia de esta medida para adaptarse a los cambios en el clima (TNC et al., 2019).

Por otro lado, uno de los aspectos relevantes durante el desarrollo de la investigación estuvo ligado a que el Fondo se encuentra en constante crecimiento y modificaciones de acuerdo con los intereses de su trabajo entorno a la seguridad hídrica, muestra de ello, fue la inclusión de la cuenca del río Medellín y con ello el área Metropolitana del Valle de Aburrá, así como el

¹¹ Disponible en: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/deforestacion-en-colombia-en-5-anos-perdimos-500-000-hectareas-de-bosque-y-recuperadas-cero-545118>

desarrollo de protocolos de acciones específicos para temas de restauración y ganadería sostenible.

La identificación de sinergias se realizó a partir de los servicios ecosistémicos de interés del Fondo, en ese sentido los servicios provisión y regulación (Tabla 18) fueron definidos bajo la premisa de que el efecto de las medidas SAM puede ser mayor si se implementan en lugares estratégicos, por ejemplo, corredores ecológicos, bosques riparios, zonas de alta montaña, nacimientos de agua, pasturas, humedales entre otros.

En el marco del análisis de maximización de las SAM, se identificaron las unidades de coberturas de tierra para el área de estudio según la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, estableciendo la mayor cobertura en territorios agrícolas de los cuales la mayoría pertenecen a pasturas (Tabla 19).

Posteriormente, por medio de la metodología establecida por Burkhard y colaboradores, 2009 (Tabla 20), se evaluaron las capacidades de los distintos tipos de cobertura para prestar los servicios ecosistémicos analizados.

A partir de información cartográfica disponible, se estableció como actividad con mayor ejecución por parte del Fondo, el aislamiento de los bosques de Ladera para su conservación y restauración espontánea, además se identificaron las cuencas en donde se han realizado la mayoría de las ejecuciones por parte del Fondo (Tabla 22).

Se realizó la valoración biofísica que permitió evaluar el impacto de las acciones, para ello se utilizaron las capas cartográficas clasificadas en el ámbito de cambio climático por parte del Ideam, correspondientes a cambios en la precipitación y temperatura media anual con el fin de establecer si las acciones se desarrollaron en armonía con los escenarios climáticos previstos a nivel regional.

Por último, se incluye la estimación de reducción de 0,122861 Mton CO₂e en el área de influencia del fondo para las acciones de conservación y reforestación de bosques, esta estimación fue basada en la capa cartográfica generada por el Ideam además de estudios contratados por el fondo, identificando la oportuna necesidad de continuidad de las acciones que contribuyan a mantener y mejorar las coberturas boscosas.

10. Síntesis del impacto de las acciones que ha realizado el fondo como medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

La aproximación al análisis del desempeño del Fondo de Agua es sustentada en las metas estratégicas que se planteó para su creación entorno a garantizar la seguridad de su área de influencia en comparación con los resultados obtenidos al año 2019.

Por otro lado, los Fondos de Agua han desarrollado sus propias métricas de acuerdo con la misión de su creación, sin embargo, algunas han sido estandarizadas para que sea posible la comprensión del impacto en su conjunto.

Por medio de la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua que está conformada por TNC, la Fundación FEMSA, el Banco Interamericano de Desarrollo, el GEF y el Ministerio Federal Alemán, cada semestre se recopilan las métricas que permiten conocer el avance de cada Fondo a través de un instrumento denominado Waterboard que recoge los siguientes aspectos (TNC, 2020):

- Implementaciones: acciones de conservación implementadas en campo en el área de influencia del fondo. Las implementaciones se discriminan por tipo y relacionan el tipo de tenencia de la tierra donde son ejecutadas.
- Contribuciones: incluye los montos de dinero recaudados por el fondo según categorías de apalancamiento y tipo de contribuyente.
- Participantes: número de familias que hacen parte de los proyectos que implementan los Fondos de Agua en campo.

Por su parte, la Corporación Cuencaverde reporta semestralmente a las métricas indicadas por la Alianza, sin embargo, para incluir mayor detalle en el presente estudio se tomaron los indicadores que reporta de manera anual a sus asociados (Tabla 28) identificando si han sido implementadas en los municipios de mayor vulnerabilidad o riesgo ante el cambio climático.

Tabla 28 Consolidado de resultados del Fondo de Agua a 2019.

Línea de acción	Meta año 2019	Cumplimiento	Vulnerabilidad /Riesgo	Observaciones
Gestión del recurso hídrico y la biodiversidad	209 ha en implementación de estrategias de conservación	339, 1 ha (porcentaje de ejecución del 162%)	Incluye implementaciones en los municipios de Entrerrios, el AMVA y la Unión, categorizados según la TCNCC con una vulnerabilidad media al cambio climático.	Entre las estrategias que apuntan a esta meta se encuentran: nacimientos protegidos, bosques de ribera y otros conservados, además de familias impactadas.
	10.225 ha en conservación	15.302 ha (porcentaje de ejecución de 149,6%)		Esta meta es consolidada desde al año 2014-2019.
	23 intervenciones de saneamiento básico por medio de la instalación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales	43 mantenimientos de sistema e instalación de 14 (porcentaje de cumplimiento del 252%)	Con respecto al riesgo, el Fondo ha realizado intervenciones en los tres municipios que presentan alto riesgo: San Pedro de los Milagros, Itagüi y el Retiro.	En general se tienen 416 familias beneficiadas desde el año 2015 a través de estos sistemas. De acuerdo con el Fondo esta intervención ha contribuido a la reducción de aproximadamente 60 tn de carga orgánica contaminante a las fuentes de agua y suelos.
	No reporta meta	203 ml recuperados y protegidos por medio del desarrollo de infraestructura.	Con respecto a la capacidad adaptativa todos los municipios área del Fondo presentan características que los hacen oportunos para desarrollar acciones de adaptación como las basadas en ecosistemas que ejecuta el Fondo.	Si bien no se identificó información relacionada a metas, los resultados permiten evidenciar el trabajo del fondo.
	No reporta meta	274 m ² revegetalizados con el propósito de propiciar la conectividad natural.		
	No reporta meta	21.843,6 ml de cercos vivos y siembra de 1.638 árboles dispersos favoreciendo la formación de corredores biológicos y biodiversidad.		

Fuente: Elaboración propia a partir del informe de gestión del Fondo año 2019 (Cuencaverde, 2019).

Como lo muestra la Tabla 25, las acciones del Fondo desde su creación en el año 2014 evidencian el impacto de sus intervenciones de tal manera que son reconocidos en la región

por la gestión que realizan lo que permite confirmar los beneficios en el territorio a través por ejemplo de la aproximación a la valoración biofísica realizada en la presente investigación.

Desde los estudios de prefactibilidad realizados para la creación del Fondo de Agua se realizaron modelaciones de sedimentos y rendimiento hídrico con información otorgada por EPM, CORNARE y CORANTIOQUIA, por medio del análisis a través de modelos hidrológicos se realizó un primer filtro de cuales áreas eran estratégicas; por su capacidad de producir más agua y por su producción de sedimentos. En el estudio de modelación se emplearon tres modelos hidrológicos con características de procesamiento, temporalidad y fundamentos teóricos diferentes. La selección de estos tres modelos radica en poder contar con tres herramientas de modelación hidrológica, comparar resultados, identificar fortalezas y debilidades de los modelos y poder tener más argumentos para la toma de decisiones de inversión del Fondo de Agua, en lugares con mayor retorno a la inversión.

El análisis de las modelaciones en los softwares SWAT, FIESTA e InVEST, mostró resultados similares entre sí y tuvo en cuenta escenarios de cambios de uso del suelo más probables de acuerdo con las actividades de conservación que se tenían previstas realizar (TNC, 2012). Esto permite afirmar que las acciones realizadas por el Fondo han sido cumplidas a cabalidad sobrepasando las metas planteadas desde su creación sumado a que ha impactado favorablemente áreas que se encuentran en algún grado de riesgo y vulnerabilidad al cambio climático (Tabla 28).

Por otro lado, teniendo en cuenta que el éxito del Fondo depende en gran medida de las implementaciones que realiza, es de vital importancia desarrollar procesos de evaluación, monitoreo y seguimiento, por lo que actualmente Cuencaverde se encuentra realizando el seguimiento a la calidad de agua en algunos puntos de microcuencas que hacen parte de las cuencas abastecedoras de los embalses de Riogrande y la Fe, sumado al monitoreo de vegetación, aves y socioeconómico.

De acuerdo con Leisher et al., (s/f) las iniciativas de conservación fallan tanto por una implementación deficiente, como por un diseño inadecuado. La única forma de saber si las actividades se implementan según lo planeado, o si podrían implementarse de una mejor manera, es monitorear la implementación, acompañando los inputs, las actividades y los outputs de forma sistemática. Lo que se puede medir, se puede administrar.

Es por ello que las evaluaciones deben estar encaminadas a fortalecer el sistema de monitoreo que, aunque está en construcción será la carta de navegación para medir el impacto de las acciones realizadas.

Es relevante precisar que el fondo está fortaleciendo sus sistemas de monitoreo, situación que requiere una importante inversión económica con el fin de contar con datos específicos que permitan evaluar las acciones.

Por otro lado, al abordar los temas climáticos el Fondo dentro de sus acciones listadas en capítulos anteriores apunta a la implementación de soluciones basadas en naturaleza que se relacionan con adaptación basada en ecosistemas y mitigación, por medio del análisis de los planes integrales de gestión ante el cambio climático del Fondo, levantamiento de información con las comunidades, además de la gestión interinstitucional correspondiente.

12. Conclusiones

En este trabajo se determinaron los aportes de las acciones implementadas por la Corporación Cuencaverde (Fondo de Agua de Medellín) en términos de adaptación y mitigación del cambio climático para los habitantes de las cuencas hidrográficas en el área de influencia del Fondo de Agua de Medellín y el Valle de Aburrá. Lo más importante de esta determinación fue identificar cómo las acciones generadas por el Fondo se encuentran armonizadas con los planes regionales de cambio climático, además de identificar la vulnerabilidad y riesgo del área del Fondo, análisis que permitirá encausar las estrategias diseñadas hacia la adaptación de ecosistemas y comunidades.

Por otro lado, el análisis de las intervenciones del Fondo permite evidenciar que responden a sinergias entre los temas de adaptación y mitigación, acciones que sumadas a una gestión adaptativa es posible potencializarlas dependiendo del servicio ecosistémico que se planea abordar. Para esto, se identificó que existe disponibilidad de información relacionada con análisis de escenarios de cambio climático y que el departamento de Antioquia ha sido pionero en cuanto al desarrollo de instrumentos de planeación a escala Municipal, por lo que se recomienda revisar el alcance y escala de éstos al proponer medidas SAM.

Se evidenció la necesidad de información a escala local, es decir, si bien hay instrumentos regionales, éstos no incluyen el detalle requerido para el caso del Fondo, por lo que se recomienda que los resultados de los análisis participativos de vulnerabilidad y riesgo que está generando el Fondo sean compartidos con las autoridades ambientales locales para que estén disponibles para el público en general.

Teniendo en cuenta que la información sobre cambio climático a escala nacional es robusta, se realizó una tabla que resume los aspectos más importantes a ser reconocidos en el trabajo que desempeña el Fondo, esto evidenció que algunos planes no se encuentran armonizados y que únicamente el Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (PAC&VC) 2019 -2030, incluye temas relacionados con sinergias, lo que permite concluir la necesidad de que las instituciones competentes como las autoridades ambientales puedan entablar agendas conjuntas que propendan unificar la visión territorial sobre cambio climático.

Para determinar el impacto de las acciones que realiza el Fondo es fundamental la constante comunicación con el equipo técnico del Fondo, el conocimiento en campo del territorio, la conversación con los propietarios y el acceso a los estudios de prefactibilidad para la creación del Fondo de Agua.

La priorización de las medidas SAM fue enfocada a través del análisis de servicios ecosistémicos, toda vez que se partió del análisis del portafolio de conservación generado para el Fondo de Agua en sus estudios de prefactibilidad, si bien el alcance de la presente investigación no era determinar el impacto en servicios ecosistémicos, se incluyó un capítulo realizando una aproximación desde el método del álgebra de mapas y análisis por medio de información secundaria asociada a las capas cartográficas disponibles.

Dicho análisis fue enriquecido con la información reportada en la TCNCC, pues este documento aborda entre una de las dimensiones de trabajo, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, lo que permitió concluir que existen municipios que hacen parte del área de influencia del

Fondo y que se encuentran en alto riesgo al cambio climático, situación confirmada con el análisis de valoración biofísica.

Con respecto a indicadores de evaluación, es difícil establecer uno específico para el Fondo, por lo que se mencionaron las métricas a las cuales responden los fondos de agua en su conjunto y las variables que se analizan para hablar de sus resultados. Si bien la corporación Cuencaverde cuenta con sus propias métricas, dado el progreso y la diversidad de acciones que realizan algunas no tienen punto inicial de comparación, sin embargo, con los resultados actuales y de acuerdo con la literatura consultada, el Fondo es una figura sólida y reconocida por su trabajo en la región.

De manera general se concluye que el Fondo ha realizado grandes esfuerzos al impactar áreas estratégicas por la prestación de servicios ecosistémicos analizados, de forma acertada ha intervenido el territorio por medio de la implementación de soluciones basadas en naturaleza que aportan tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático.

13. Recomendaciones

Comprendiendo que los Fondos de Agua constituyen mecanismos dinámicos que se adaptan de acuerdo con los retos ambientales que presentan los territorios, se recomienda ampliamente que en el diseño de sus estrategias para atención a los temas climáticos se incluyan los análisis de vulnerabilidad y riesgo partiendo de la información que se ha generado a escala regional en adición a su experiencia relacionada con implementaciones en el territorio.

Se recomienda también, la posibilidad de vinculación del Fondo al Nodo Regional de Cambio Climático Antioqueño, con el fin de enriquecer las métricas regionales, aportar desde su experticia y enriquecer sus acciones por medio del intercambio de conocimientos con otras instituciones.

Al respecto de la valoración biofísica se recomienda que el Fondo pueda realizar una valoración integrativa del territorio al establecer medidas por ejemplo de adaptación basada en ecosistemas, pues una valoración integral debería incluir los demás componentes de la complejidad ambiental; valoración socio-cultural y económica.

Un elemento fundamental que hará posible análisis más profundos es el desarrollo de un sistema de monitoreo y seguimiento por parte del Fondo, si bien, existe el protocolo en desarrollo, se recomienda el acompañamiento de la academia con el fin, por ejemplo, de realizar toma de datos en campo para captura de carbono en suelos, análisis de escorrentía superficial y demás servicios ecosistémicos e intereses que requiera el Fondo

Por último, se identificó también que el Fondo no tiene métricas específicas relacionadas con temas de cambio climático, si bien es uno de sus objetivos, se recomienda el desarrollo de una línea de trabajo que permita encausar las actividades ya sea hacia el encuentro de sinergias, la maximización de los servicios ecosistémicos o seguridad hídrica, cualquiera que sea el enfoque requerido se recomienda que este acorde a los protocolos y directrices técnicas de una solución basada en naturaleza y en un sentido más amplio, se vinculen con las métricas de los compromisos para el cumplimiento de los ODS en Colombia.

14. Bibliografía

- Agencia de Ambiente y manejo de Energía,. (2017). Monitoring & evaluating climate change adaptation at local and regional levels. Learning from international experience to develop an M&E methodology (en línea). 6&
- Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. (2019). Source Water Protection & Climate Adaptation. The role of Water Funds. Ecosystem based adaptation, implemented through water funds, can help build more resilient communities and cities in the face of climate change.
- AMVA, S., S. (2019). Informe de formulación del Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá 2019-2030. AMVA.
- Andrade, A., & Vides, R. (2010). Enfoque ecosistémico y políticas públicas: Aportes para la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático en Latinoamérica.
- Bruijnzeel, LA. (1990). Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., & Müller, F. (2014). Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape Online*, 34(0), 1–32. <https://doi.org/10.3097/LO.201434>
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. *Landscape Online*, 15, 1–12. <https://doi.org/10.3097/LO.200915>
- Cardona-Ochoa V, Marin, V, & Varona-Osejo A. (2020). Valoración integral de los servicios ecosistémicos en el cañon del rio Cauca Antioqueño. En Rincón-Ruiz A., Arias-Arévalo P., Clavijo-Romero M.(Eds).2020. Hacia una valoración incluyente y plural de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Visiones, avances y retos en América Latina. Centro Editorial – Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia.
- Climate Analytics, N. C. I. (2020). A government roadmap for addressing the climate and post COVID -19 economic crises. 2020.
- Comisión Europea. (2019). Avances en la Acción Climática de América Latina: Contribuciones Nacionalmente Determinadas al 2019.
- CORANTIOQUIA. (2015). Plan de Ordenamiento de la cuenca del rio Grande y Chico.

- Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, & Hannon B. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital.
- CuencaVerde. (2019). Anexo A Convenio TNC-CuencaVerde. Proyecto demostrativo Cambio Climático.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.
- Echavarría, J. D. L., Gómez, C. A. R., Aristizábal, M. U. Z., & Vanegas, J. O. (s/f). EL MÉTODO ANALÍTICO. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 27.
- Echeverry-Duque, M. (2020, octubre 30). Análisis espacial de Servicios Ecosistémicos [Comunicación personal].
- Etapà, J. S. (2003). El cumplimiento del Protocolo de Kioto sobre cambio climático. Edicions Universitat Barcelona.
- Gobernación de Antioquia, O. de las N. U. para la A. y A. F. (2018). Plan Integral De Cambio Climático De Antioquia.
- Groot, R; Aronson, R. R. (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations.
- IDEAM. (2001). Colombia Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 267.
- IDEAM. (2010). LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA. METODOLOGIA CORINE LAND COVER ADAPTADA PARA COLOMBIA. ESCALA 1:100.000.
- IDEAM, I., PNUD, MADS,DNP, CANCELLERIA. (2017). Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). 2017.
http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA, & FMAM. (2016). Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio de Climático.
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5 °C. Summary for policymakers.
- IPCC. (2019). Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
- Leisher, P. C., Courtemanch, D., & Karres, N. (s/f). Guía para el monitoreo y la evaluación de Fondos de Agua. 27.

- Locatelli, B, Imbach, P, & Wunder, S. (2013). Synergies and trade-offs between ecosystem services in Costa Rica. *Environ. Conserv.* 41(01), 27–36.
- Lozano-Zambrano, F. H. (2009). Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).
- MADS. (2015). Plan Nacional de Restauración: Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas.
- MADS. (2018). AbE. Guía de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia.
- MADS, M. L. G. (2017). Política Nacional de Cambio Climático.
- Medellín et al, C. (2018). Herramienta para priorizar e implementar medidas que generan sinergías entre adaptación y mitigación del cambio climático: Un enfoque basado en servicios ecosistémicos.
- Mejia, K. (2019). Variación de las coberturas terrestres de Antioquia (2000 – 2017) y su relación con los servicios ecosistémicos de regulación y aprovisionamiento. Universidad Nacional de Colombia.
- ONU. (2001). Informe de Síntesis Evaluación de Ecosistemas del Milenio. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Phillips J.F, Duque A.J., Yepes A.P, Cabrera K.R, García M.C, Navarrete D.A, Álvarez E, & Cárdenas D. (2011). Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos.
- PNUMA, O. (2013). Cambio Climático 2013 Bases Físicas. Resumen para responsables de políticas, resumen técnico y preguntas frecuentes.
- publicaciones semana s.a. (2019). La nueva ganadería: El reto de transitar hacia un modelo sostenible.
- Rincón-Ruiz,A, Echeverry-Duque, M, Piñeros, A.M, Tapia, C.H, David, A, Arias-Arevalo, P, & Zuluaga, P.A. (2014). Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos.
- Sharma, J, & Ravindranath, N. (2019). Applying IPCC 2014 framework for hazard-specific vulnerability assessment under climate change. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2515-7620/ab24ed>
- Siavosh Sadeghian. (2016). *Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, química y biológicas de los suelos en los Andes de Colombia.*

- T. Waterfield (eds.), M. Tignor, T. Maycock, E. Lonnoy, M.I. Gomis, X. Zhou, Y. Chen, J.B.R. Matthews, S. Connors, R. Pidcock, C. Péan, W. Moufouma-Okia, A. Pirani, P.R. Shukla, J. Skea, D. Roberts, O. Pörtner, P. Zhai, & Masson-Delmotte V. (s/f). Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.
- TNC. (2015). Plan de Conservación Corporación Cuenca Verde Fondo de Agua de Medellín y el Valle de Aburrá.
- TNC, E. (2012). Informe final. Estructuración de un fondo de conservación para las cuencas abastecedoras de los embalses de Medellín y el Valle de Aburrá.
- TNC, Fundación Alma, & IKI. (2019). Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) en la cuenca del río Magdalena.
- University of Notre Dame. (2020). ND- GAIN Methodology. <https://gain.nd.edu/>
- Vallejo, C, Chacón , M, & Cifuentes Jara, M. (2016). Sinergias entre adaptación y mitigación del cambio climático (SAM) en los sectores forestal y agrícola: Concepto y propuesta de acción.
- von Schelihna-Dawid, B., M. (2017). FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). Hacer que la adaptación basada en ecosistemas sea eficaz: Un marco para definir criterios de cualificación y estándares de calidad).
- WWF. (2020). Con su nueva meta de reducción de emisiones, Colombia refuerza su compromiso frente al cambio climático y asume una mayor ambición. <https://www.wwf.org.co/?uNewsID=365418>
- WWF, A. C. y D., & Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los Rios Negro y Nare, F. N. (2017). Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima en el Oriente antioqueño.